VISIT…

LANZAROTE Caliente.com

Инж. оптик К. Я. ЗАБАБУРИН

ПОРТРЕТНАЯ ФОТОГРАФИЧЕСКАЯ ОПТИКА

ГИЗЛЕГПРОМ • 1934

ЛЕНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНСТИТУТ
ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ
РАБОТНИКОВ ИСКУССТВ
фото-факультет

инж. оптик Н. Я. ЗАБАБУРИН

ПОРТРЕТНАЯ ФОТОГРАФИЧЕСКАЯ ОПТИКА

ГИЗЛЕГПРОМ • ЛЕНИНГРАД • 1934

Редактор М. Аптекман. Технический редактор Д. Константинов. Художник А. Д. Чаусский. Сдано в набор 27 апреля 1934 года. Подписано к печати 29 июля 1934 г. Выход в свет в августе 1934 г. Учетно-авторских лист. 8½. Печатн. листов 7. Формат бум. 62×94/16. Бум. листов 3½. Количество знаков в бумажном листе 96.000. Тираж 10.000. Ленгорлит № 19631. Гизлегпром № 1516. Заказ № 1908. Типография им. Володарского, Ленинград, Фонтанка, д. 57.

Н. Я. Забабурин

ПОРТРЕТНАЯ ФОТОГРАФИЧЕСКАЯ ОПТИКА

Список опечаток

			Напечатано	Надо
Стр. 4	11 строка	сверху	Пумнянского	Пумпянского
„ 8	13 „	„	$M = \frac{в}{b'} = \frac{в-f'}{b'}$	$M = \frac{в}{в'} = \frac{в-f_{,}}{в'}$
„ 10	14 „	„	диафграммы	диафрагмы
„ 10	2 „	снизу	F	f′
„ 25	19 „	сверху	$а_1$ $в_1$	$в'$ $а'$
„ 26	8 „	„	но	до
„ 32	12 „	снизу	у кций	дукций
„ 32	11 „	„	д	и
„ 42	6 „	сверху	и,	и
„ 61	1 „	„	телле-тессар	Теле-Тессар
„ 76	24 „	снизу	шайбами	шейбами
„ 76	21 „	„	шай —	шей —
„ 78	17 „	сверху	Раденштока	Роденштока

ПРЕДИСЛОВИЕ

Современная фотография, успешно развиваясь, широко применяется в науке, технике и быту. В настоящее время имеется громадное количество фотоаппаратов и фотообъективов различной конструкции.

Вполне понятно, что характер конструкции прибора всецело зависит от тех требований, которые предъявляет к нему обстановка работы. Поэтому, например, аэрофотоаппарат имеет специфические особенности и, будучи снабжен светосильной оптикой, в корне отличается от аппарата для судебной метрической фотографии, где светосильность прибора особой роли не играет, и т. п.

Задача, которую мы ставим перед собою, заключается в том чтобы в сжатом виде рассмотреть фотографическую оптику в применении к *портретной* павильонной съемке, а также съемок на натуре с точки зрения типа, конструкции и характера работы фотографического объектива. За последние годы оптическая техника у нас и за границей сделала значительные успехи. Можно сказать, что математическая база подводится под такие вопросы, которые исторически решались сперва фотографами-портретистами, а затем и кино-операторами, путем длительного и упорного эксперимента — это вопросы той художественной мягкости снимка, которая придает портрету особую выразительность, делает его действительно схожим с оригиналом.

Поскольку мы преследуем цель повысить квалификацию фотографов-профессионалов, я полагал целесообразным не останавливаться на тех элементах фотооптики, которые можно без труда найти в любом фотографическом руководстве, а начать сразу же рассмотрение конструкций фотообъективов, параллельно давая характеристику их работы.

Кроме того, придавая особое значение правильному использованию фотографической оптики, проблема изготовления которой уже с успехом разрешена в нашем Советском Союзе, я включил и вопросы производства ее.

Эти вопросы в популярной форме почти совершенно не освещены в нашей технической литературе. Вместе с тем они имеют большое значение, так как помогают рядовым фотоработникам овладевать навыками сознательного и правильного обращения с ценнейшими из оптических инструментов — фотографическими объективами.

В заключение считаю своим долгом принести глубокую благодарность руководству ЛИПКРИ в лице директора тов. Пумнянского Л. И. и директора Изо-фото-факультета тов. Егинтова А. Ю., взявших на себя труд издать настоящую книгу.

Все замечания и дополнения будут с благодарностью приняты автором.

Инж. *Н. Я. Забабурин.*

Январь 1934 г.
Ленинград.

ОБЩИЕ СВОЙСТВА ФОТОГРАФИЧЕСКИХ ОБЪЕКТИВОВ

Способ получения фотографического изображения. Основная характеристика фотообъектива. Качество изображения. Недостатки простых объективов.

1. СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ФОТОГРАФИЧЕСКОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ

Современный фотографический аппарат развился из так называемой камеры обскуры, которая в практике фотографа носит название *стенопа*, представляющего собой глухой ящик, в передней стенке которого сделано весьма маленькое отверстие, а задняя — заменена матовым стеклом.

Способ получения изображения при помощи малого отверстия был известен еще в древности (Аристотелю) и впервые описан в сочинении еврейского математика Леви бен Герсона[1] (1321 г.), затем в рукописях Леонардо да Винчи (1452—1519). Описание же камеры обскуры с линзой встречается впервые у Баптиста делла Порта[2] (1570 г.).

Таким образом более чем 360 лет прошло с тех пор, как изобретен фотографический аппарат, однако самый процесс фотографирования появился лишь в середине прошлого столетия.

Рассмотрим теперь, каким образом получается в стенопе изображение, образование которого всецело основано на прямолинейном распространении света. Пусть на рис. 1 (см. стр. 6) AB светящийся или ярко освещенный предмет; на некотором расстоянии перед ним находится непроницаемый для света ящик, в передней стенке которого сделано малое отверстие O, а задняя стенка заменена матовым стеклом. В таком случае на матовом стекле $CД$ мы заметим сравнительно ясное *изображение* $B'A'$ предмета в перевернутом виде. Для объяснения этого явления предположим, что *каждая точка* источника света или ярко освещенного предмета излучает во все стороны большое количество световых лучей. Ради ясности чертежа мы выберем только те лучи, которые, идя от крайних точек предмета

[1] В сочинении „De sinibus, chordis et arcubus“.
[2] В сочинении „Magia Naturalis“ Lib. XVII, cap. VI, и Potonnié, „L'origine de la chambre noire“ Photo — Revue, 1923.

АВ, направятся прямолинейно в отверстие *О* нашего ящика. Поэтому узкий пучек, ограниченный отверстием, на матовом стекле даст изображение точки *А* в виде кружка *А'*, диаметр которого будет всецело зависеть от диаметра отверстия *О* и расстояния, на которое будет удален предмет. То же мы будем иметь и по отношению к точке *В*. Предполагая предмет *АВ* состоящим из целого ряда точек, мы можем для любой точки, лежащей в границах между *А* и *В*, найти на матовом стекле соответствующий кружок изображения, который *обязательно* будет лежать в пределах между *А'* и *В'* в одном строго определенном месте. Поэтому изображение линии *АВ* в данном случае получится как след от целой серии кружков, налегающих постепенно друг на друга в обратном порядке,

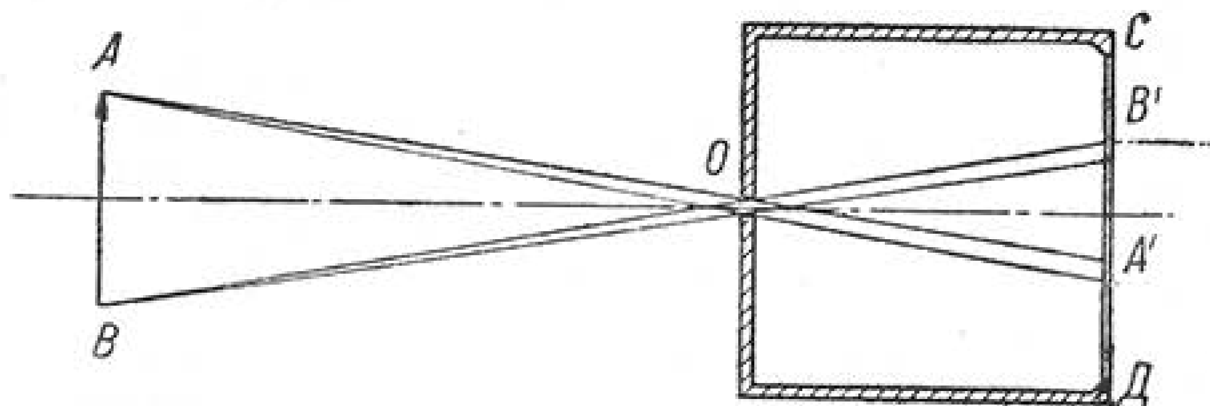


Рис. 1.

а именно: *B'A'*. Это и будет изображение нашего предмета *АВ*. Однако яркость этого изображения будет настолько слабой, что при обычных условиях его трудно разглядеть. Казалось бы, что, идя по пути уменьшения отверстия *О*, можно достичь нужной резкости в изображении, но тут, помимо общего падения яркости, мы встретимся уже с известным из физики явлением диффракции света, которое будет тем сильнее, чем меньше будет взято отверстие.[1]

В стремлении достигнуть наиболее резкого изображения при пользовании стенопом, была установлена зависимость между диаметром отверстия, расстоянием отверстия до изображения и потребной экспозицией, которая обычно лежит в пределах от 1 минуты до 1 часа.

Нижеприводимая таблица как раз и представляет необходимые сведения для фотографа (см. стр. 7).

Таким образом стеноп является первым простым оптическим инструментом, в совершенстве передающим перспективу (ортоскопичность) и позволяющим широко варьировать границы растяжения меха.

[1] Резкость изображения зависит также, конечно, и от свойств эмульсионного слоя (Sagnac).

Таблица (по Л. Давиду)

Расстояние до изображения в см	Диаметр отверстия в мм	Относительное отверстие	Экспонир. столько минут, сколько надо секунд при отн. отв.
3	0,2	1 : 150	1 : 18
5	0,3	1 : 170	1 : 22
10	0,4	1 : 250	1 : 32
20	0,5	1 : 400	1 : 50
30	0,6	1 : 500	1 : 64
40	0,7	1 : 570	1 : 71
60	0,8	1 : 750	1 : 88

Препятствие, возникающее в связи с продолжительностью экспозиции, не является непреодолимым для многих фотографов

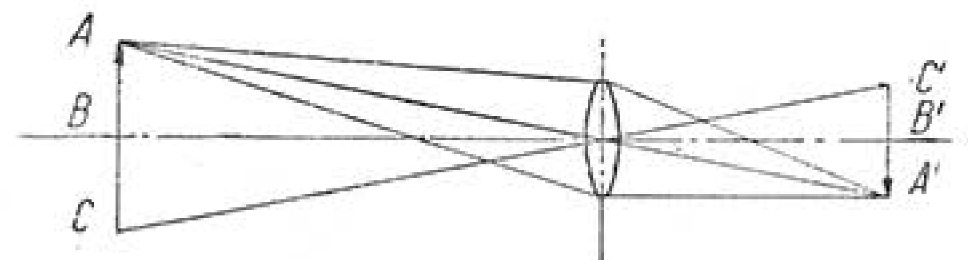


Рис. 2.

с художественным чутьем, которых главным образом и привлекает нерезкость снимков, даваемых стенопом.

Выше мы видели, что для получения более ярких изображений, которые могут быть засняты на пластинку или пленку с короткой экспозицией, необходимо итти по пути увеличения отверстия камеры, но, как мы уже знаем, это обстоятельство сопряжено с нерезкостью изображения. В данном случае на помощь приходит фотографический объектив, при помощи которого мы можем получить на матовом стекле достаточно яркое изображение, надлежащей степени резкости и свободным от искажений по всему полю. Работа каждого фотографического объектива всецело основана на собирательном свойстве простых положительных линз, которые превращают расходящийся пучек лучей, идущий от предмета, в соответствующий сходящийся пучек изображения. Таким образом конический пучек лучей, исходящий из точки *А* предмета (рис. 2), преобразуется линзой (или объективом) в сходящийся конус лучей с центром в точке *А'*, называемой точкой изображения. Применяя аналогичные рассуждения к остальным точкам предмета *В* и *С*, мы увидим, что соответственными им точками изображения будут точки *В'* и *С'*.

Распространяя установленные положения на все промежуточные точки предмета, в конечном результате мы получим, как и в случае стенопа, перевернутое резкое изображение $C'\ B'\ A'$ предмета, с той лишь принципиальной разницей, что оно будет помещаться *только в одной определенной плоскости*, сопряженной с плоскостью, в которой находится предмет ABC. На рис. 3 схематически изображены упомянутые плоскости предмета E и изображения E', расстояния до которых, как уже нам известно,[1] связаны следующей зависимостью:

$$\frac{1}{в'} - \frac{1}{в} = \frac{1}{f'} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (1),$$

откуда для масштаба M изображения, т. е. отношения величины предмета к величине изображения, следует:

$$M = \frac{в}{b'} = \frac{в - f'}{b'} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

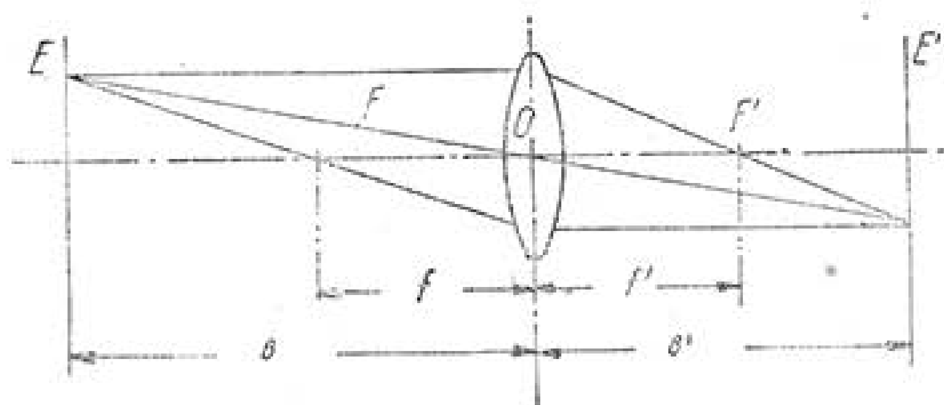


Рис. 3.

или для установки расстояния в зависимости от фокусного расстояния объектива и масштаба изображения:

$$в = (M + 1)\ f' \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

Как дополнение к изложенному рассмотрим образование изображения в зеркальной фотографической камере.

Последняя характеризуется тем, что обычно по пути следования лучей из объектива к пластинке между ними устанавливается под углом в 45° плоское зеркало, в большинстве случаев с наружным серебрением (рис. 4).

Лучи света, как известно, распространяются прямолинейно и, встречаясь с зеркалом, следуют законам отражения и направляются к матовому стеклу, установленному в верхней крышке камеры.

[1] См. отдел света из курса физики.

Доступ же света к пластинке, расположенной в плоскости задней стенки, преграждается. В таком случае фотографирующий имеет возможность видеть на матовом стекле *прямое* изображение предмета $a''\ b''\ c''$, расположенное в горизонтальной плоскости, до самого последнего момента. В момент же съемки зеркало при помощи сильной пружины откидывается наверх и плотно закрывает матовое стекло. Лучи же, не встречая никакого препятствия, как обычно, направляются к фотографической пластинке и образуют на ней перевернутое изображение предмета $a'\ в'\ c'$. При зеркальной камере особое внимание надо обращать на то, чтобы расстояние от середины зеркала до середины пластинки

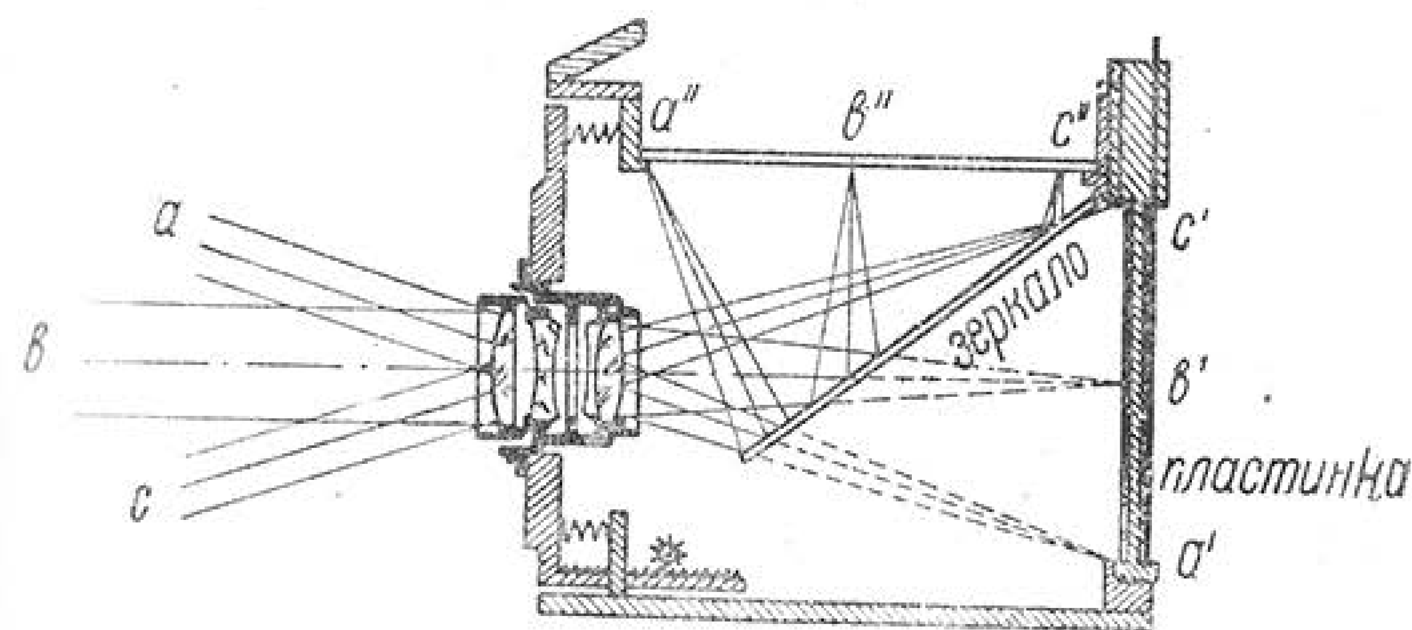


Рис. 4.

и расстояние зеркала до середины матового стекла строго равнялись друг другу, в противном случае фотографирующий, производя наводку на резкость по верхнему матовому стеклу, рискует получить в плоскости пластинки нерезкое изображение.

2. ОСНОВНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФОТООБЪЕКТИВА

Простейшим фотографическим объективом является любая собирательная линза, называемая в фотографической практике — *монокль*. Обычно предпочитают монокль в форме мениска (рис. 5).

Каждая фотографическая система, как правило, характеризуется следующими постоянными величинами: *фокусным расстоянием* и *относительным отверстием*.

Под *фокусным расстоянием* собирательной линзы (или все

равно фотографического объектива) мы будем понимать *расстояние от оптического центра*[1] *линзы до фокуса*[2] (рисунок 6).

Для каждого объектива или каждой линзы (если они не подвергаются изменению) величина фокусного расстояния всегда будет *постоянной*, а следовательно она может служить характеристикой, поэтому эта величина, обозначаемая буквой F, обычно гравируется на оправе объектива.[3] Так например, если на оправе объектива имеется обозначение $F = 12$ см, то это надо понимать, что при наводке объектива на весьма удаленные предметы (бесконечность или горизонт) — фокусное расстояние или расстояние вдоль оптической оси объектива от середины диафраммы (где приблизительно помещается оптический центр) до середины матового стекла будет равно 120 мм.

Рис. 5

Другой постоянной величиной, которая также может служить характеристикой объектива, является *наибольший диаметр* нашей линзы, которым обуславливается попадание наибольшего количества световых лучей, проходящих через эту линзу (или через объектив) на фотографическую пластинку.

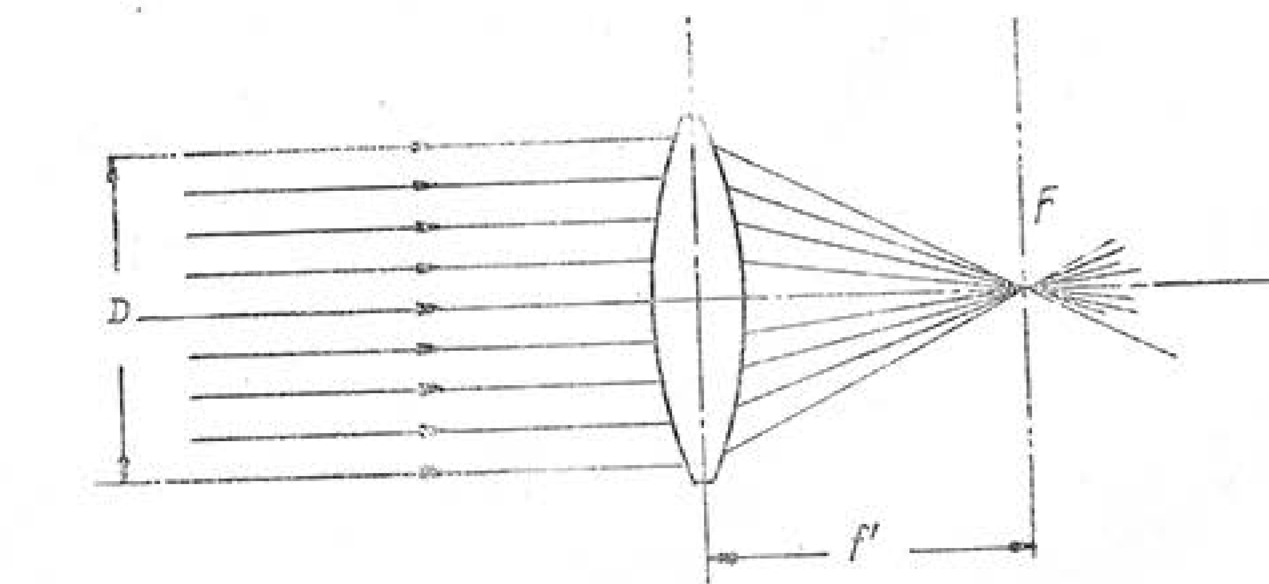


Рис. 6.

Этот наибольший диаметр называется в оптике *диаметром действующего отверстия* объектива и обозначается через D (рис. 6).

[1] Под оптическим центром линзы понимают точку, лежащую на оптической оси по середине внутри линзы, которая характеризуется тем, что всякий луч, идущий через нее, проходит линзу без преломления.

[2] Фокусом линзы называется та точка, в которой после преломления сходятся все лучи, идущие от бесконечно удаленной светящейся точки, параллельно оптической оси. [3] В теории же фокусное расстояние обозначается через F, как это и изображено на чертеже.

Однако, как фокусное расстояние, так и диаметр действующего отверстия по существу являются величинами *линейными*, а для определения светосильности прибора мы должны считаться с круговым отверстием, именно с площадью круга. Поэтому, прежде чем говорить о светосиле, мы должны упомянуть об *относительном отверстии*.

Под этим термином понимают *отношение диаметра действующего отверстия к фокусному расстоянию*, причем обычно это отношение представляют в виде правильной дроби, числитель которой равен единице.

Поясним сказанное примером: пусть диаметр монокля будет = 50 мм, а его фокусное расстояние = 300 мм. В таком случае обозначая через H — относительное отверстие, мы будем иметь следующую формулу:

$$H\,(\text{отн. отв.}) = \frac{D\ (\text{диам. действ. отв.})}{F\ (\text{фокусн. расстоян.})}$$

В нашем случае

$$H = \frac{50}{300} = \frac{1}{6},\ \text{т. е.}$$

относительное отверстие будет равно $\frac{1}{6}$ или будет все равно, что $\frac{1}{6} = 1:6$, что читается так:

„*относительное отверстие монокля равно один к шести*“.

Эта величина, также как и фокусное расстояние, обычно гравируется на всех оправах хороших объективов и показывает, что фокусное расстояние в шесть раз больше диаметра действующего отверстия (в нашем примере).

Иногда цифру шесть называют *светосилой* объектива.[1] Какое же относительное отверстие принято условно за наибольшее, т. е. когда мы имеем случай экстрасветосильного объектива? Такое относительное отверстие получим мы в том случае, когда *диаметр действующего отверстия и фокусное расстояние объектива равны* или все равно, что $D = F$. Тогда например, при $D = 100$ мм и $F = 100$ мм, относительное отверстие $H = \frac{D}{F} = \frac{100}{100} = \frac{1}{1} = 1:1$.

Итак, идеальная светосила будет — единица. Следовательно, чем больше правильная дробь, тем объектив светосильнее.

[1] В деествительности же выражение светосилы фотографического объектива будет следующим: $H = K\left(\frac{D}{F}\right)^2$, где $K = \frac{I_o}{I}$, т. е. коэффициент

$$K = \frac{\text{яркости актинических лучей, выходящих из объектива } (I_o)}{\text{яркости актинических лучей, входящих в объектив } (I)}$$

Заметим себе здесь, что относительные отверстия павильонных объективов лежат в пределах от 1:3 до 1:6, а для целей репортажа от 1:2 до 1:4, 5 включительно.

Если же мы хотим сравнить два объектива по светосильности, то мы не должны забывать, что в этом случае нам придется иметь дело с величинами не линейными, а с площадями кругов, и поэтому мы должны относительные отверстия предварительно возвести в квадрат, чтобы узнать, во сколько раз один объектив светосильнее другого.

Пример: Имеем два объектива. Первый с относительным отверстием 1:2, второй — с 1:6. Желаем узнать, во сколько раз первый светосильнее другого, а следовательно во сколько раз короче будет экспозиция, если будет применен первый объектив вместо второго:

$$\left.\begin{array}{l}\text{I объектив } 1:2 \quad (1:2)^2 = \frac{1}{4} \\ \text{II объектив } 1:6 \quad (1:6)^2 = \frac{1}{36}\end{array}\right\} \frac{1}{4} : \frac{1}{36} = 9$$

Итак, первый объектив в 9 раз светосильнее второго, а следовательно экспозиция должна быть в 9 раз короче.

Возвращаясь теперь к моноклю, мы должны отметить, что этот инструмент может быть использован двояко: для портретных целей, а также для универсальных целей в зависимости от того, с каким относительным отверстием мы будем его употреблять.

Опытным путем было определено, что все недостатки, которые присущи простым линзам, могут быть с успехом использованы для целей художественной фотографии, если будет взято относительное отверстие в пределах от 1:4 до 1:6. В таком случае получается мягкий снимок с прекрасной передачей воздушной перспективы. Однако в таком виде монокль не может быть применен для других целей фотосъемки.

Диафрагмируя монокль, т. е. уменьшая относительное отверстие,— мы заметим, что присущая моноклю сочность постепенно исчезает, снимки получаются сухие, причем резкость их будет при дальнейшем уменьшении диафрагмы все возрастать. Монокль, у которого относительное отверстие 1:14 или 1:16, может быть употреблен только для любительской съемки и поэтому ставится на самые дешевые ящичные камеры.

3. КАЧЕСТВО ИЗОБРАЖЕНИЯ

Мы уже упомянули, что монокль обладает всеми недостатками простой собирательной линзы. Не останавливаясь на подробном рассмотрении этих недостатков, — их можно найти в любом руководстве по фотографии и по фотографической оптике, — ограничимся лишь небольшим обзором их.

Главные из этих недостатков следующие: 1) Сферическая аберрация. 2) Кома. 3) Хроматическая аберрация. 4) Дисторсия. 5) Астигматизм. 6) Кривизна поля изображения.

1) Сферическая аберрация заключается в следующем: пучек лучей, идущих от бесконечно удаленной светящейся точки предмета, принимается нами за пучек лучей, идущих параллельно оптической оси. Падая в различных точках на линзу, этот пучек на разной высоте встречает кривизну поверхностей линзы под различными углами (рис. 7), и вследствие этого лучи после двукратного преломления не сойдутся в одной точке, называемой фокусом, а пойдут так, что *крайние* лучи пересекут оптическую ось ближе, а лучи, идущие около оптической оси, так называемые центральные,— пересекутся дальше. В результате, лучи, падающие на различных высотах от оси, будут давать в плоскости изображения не точки, а небольшие кружки рассеяния, совокупность которых даст нам *нерезкое изображение в центре снимка*.

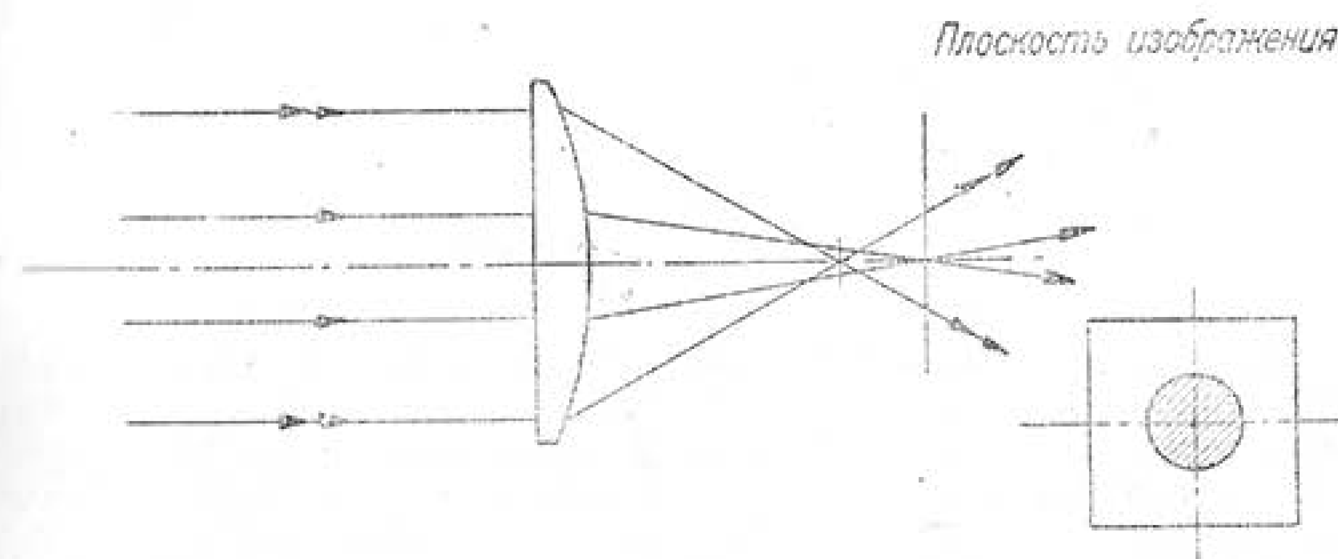


Рис. 7.

2) Кома. Комой называется сферическая аберрация параллельного пучка лучей, идущего под наклоном к оптической оси. Вследствие комы на краю изображения получаются фигуры продолговатой формы, напоминающие собою хвост кометы (рис. 8), в результате чего получается нерезкость на краях изображения.

3) Хроматическая аберрация получается как результат разложения стеклом белого луча на составные, так называемые спектральные цвета; поэтому контуры изображения оказываются сильно окрашенными и этим самым резкость снимка уменьшается. Если мы в случае применения монокля, после наводки на макси-

мальную резкость, заменим матовое стекло фотографической пластинкой и попробуем сфотографировать, то получим снимок с сильно пониженной резкостью. Это явление объясняется тем, что глаз

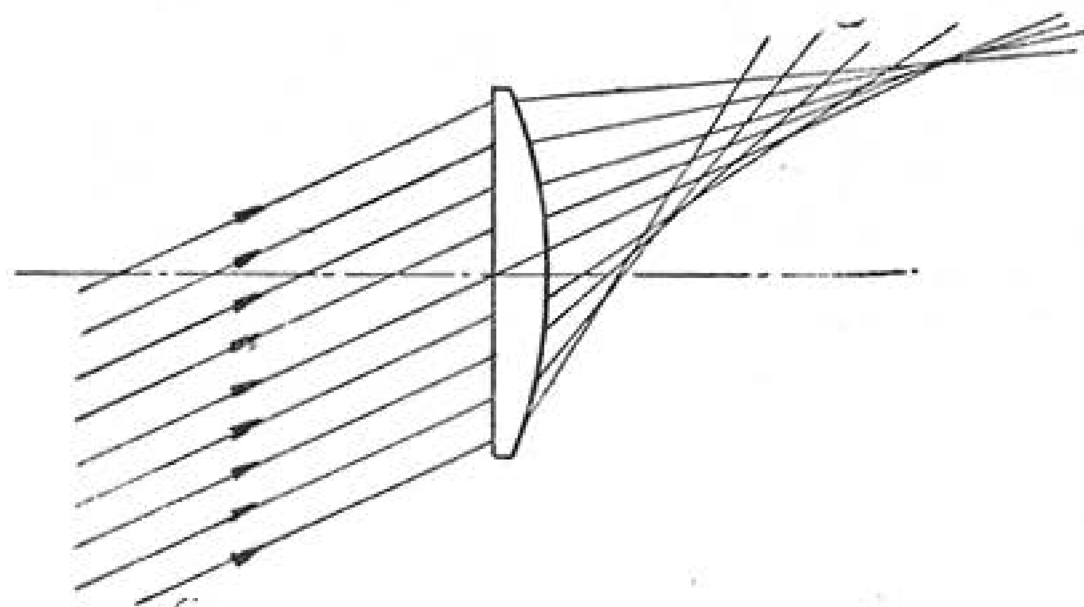


Рис. 8.

наш наиболее чувствителен к *желтому цвету*, а фотопластинка — *к синефиолетовому*. Поэтому, для получения резкого изображения (рис. 9) после наводки, необходимо рамку для помещения кассеты с фотопластинкой передвинуть из *оптического фокуса* (фокус желтых лучей) в *химический* фокус (фокус синефиолетовых лучей), т. е. ближе к моноклю, на величину $\triangle$ равную приблизительно $\frac{1}{50}$ фокусного расстояния. Так, например, при $F = 300$ мм рамка передвигается на 6 мм вперед.

В хороших объективах такая хроматическая поправка предусмотрена, т. е. фокусы оптический и химический совпадают и поэтому такие объективы называются *ахроматическими*.

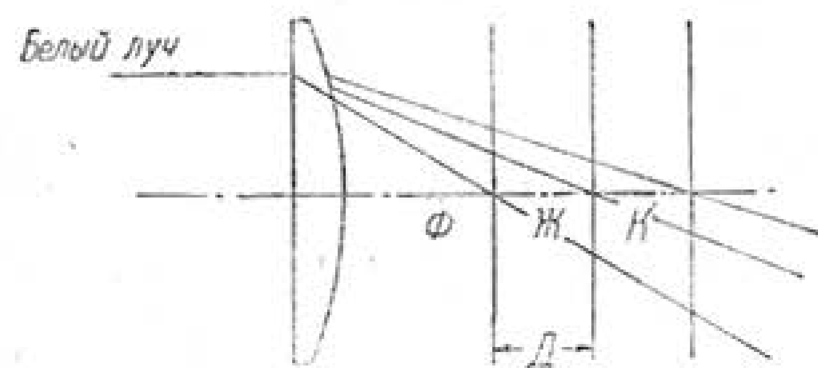


Рис. 9.

4) Дисторсия или искажение прямых линий по краям изображения — является результатом того, что лучи, идущие от краевых точек предмета, совершают более длинный путь в стекольной массе и, в зависимости от формы линзы или положения диафрагмы, либо укорачивают, либо удлиняют свой путь, по отношению к лучам, идущим вблизи от оптической оси. Поэтому дисторсия бывает двух

родов (рис. 10): *подушкообразная* и *бочкообразная*, но как в том, так и в другом случае изображение в центре снимка всегда будет правильным.

5) Астигматизм. Стигма — слово греческое и означает точку, *А* — отрицание. Значит астигматизм по-русски обозначает — бесточие. Это явление заключается в том, что лучи, идущие в объектив под наклоном, после преломления не сходятся в одном фокусе, а идут так: лучи, идущие в вертикальных плоскостях, сходятся в одном фокусе, а идущие в горизонтальных плоскостях, сходятся в другом, который находится на некотором расстоянии от первого фокуса. Чем больше угол наклона, тем больше будет расстояние между этими фокусами. Это расстояние называется астигматической разностью. Поэтому астигматизм выражается в не резкой передаче горизонтальных линий (рис. 11) при наличии резких вертикальных и обратно — при резкой передаче горизонтальных линий вертикальные будут нерезкими.



Рис. 10.

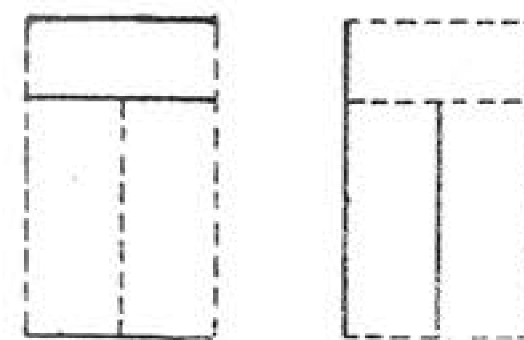


Рис. 11.

6) Кривизна поля изображения. Как следствие астигматизма, выбирая наиболее резкое изображение, мы заметим, что изображение, даваемое линзой (или объективом), будет располагаться не на плоскости, а на какой-нибудь вогнутой поверхности (рис. 12), которая будет либо касаться, либо пересекать плоскость наводки. В результате чего у нас либо середина будет резкой при нерезких краях, либо наоборот, при резких краях середина будет нерезкой.

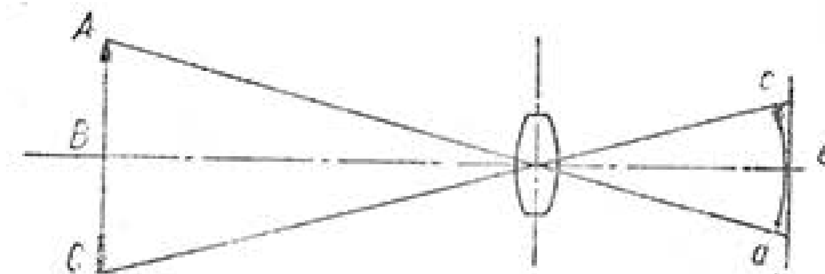


Рис. 12.

Все вышеприведенные недостатки свойственны моноклю и если, с оптической точки зрения, работа монокля не выдерживает критики, то с фотографической — наоборот, *эти недостатки, в известных пределах желательны, так как они затушевывают на снимке*

беспокоящие глаз детали, а умеренная нерезкость портрета придает ему особую жизненность.

В настоящее время мы имеем массу сторонников монокля, среди которых такие мастера, как французы Пюйо и Пюллиньи. Кроме того, монокль, примененный со светофильтром, при наличии ортохроматических пластинок, почти совершенно не нуждается в хроматической поправке. Однако, об этом речь будет впереди в специальном отделе мягкоработающих портретных объективов.

Что же касается моноклей, изготовленных из кварца, то, по нашему мнению, они ничего особенного не представляют. Если такой монокль применяется в павильоне, он будет работать, как линза, сделанная из обыкновенного стекла.

ТИПЫ ФОТОГРАФИЧЕСКИХ ОБЪЕКТИВОВ И ИХ ХАРАКТЕРИСТИКА

Ахроматы. Портретный объектив Петцваля. Перископ Штейнгеля. Апланат Штейнгеля. Антипланеты. Изобретение анастигмата. Классификация современных анастигматов по роду их применения и конструкции. Фотографические объективы, изготовляемые в СССР.

1. АХРОМАТЫ

В первой половине прошлого столетия, в связи с возникновением и быстрым ростом фотографии, английские и французские оптики начинают строить фотографические объективы. Подход к этому делу был исключительно кустарный. Путем утомительных и кропотливых опытов создавались первичные конструкции объективов. Научно-техническая база в этом деле отсутствовала. Так, например, до 60-х годов прошлого столетия хроматическая поправка, т. е. поправка на химический фокус, была неизвестна — исправление фотографических объективов производилось телескопически, как в объективах для астрономических труб. Даже Петцваль не подозревал, что его объективы не были хроматически окончательно корригированы. [1] Поэтому-то все дагерротипы, которые дошли до нашего времени, поражают нас своей мягкостью и сочностью. Отсюда вывод, что известное наличие остатков хроматической аберрации — является одним из факторов, превращающих фотообъектив в мягкоработающий инструмент.

Началом строительства фотографических объективов можно считать изобретение так называемого *ахромата*, т. е. хроматически исправленного фотообъектива.

К ахроматам принадлежат:

а) Французская ландшафтная линза оптика Шевалье (рис. 13 *а*), которая представляет собой тоже монокль, но только состоящий из двух линз: двояко-выпуклой из крона и двояко-вогнутой из

[1] Корригированы, т. е. исправлены. В то же самое время Шевалье методом проб создавал ахроматизированные линзы.

флинта,[1] склеенных между собою по одинаковому радиусу, при помощи канадского бальзама.[2]

Благодаря наличию двух линз из разных сортов оптического стекла, в этом объективе почти уничтожаются сферическая и хроматическая аберрации. Относительное отверстие этого объектива было не больше 1 : 14, поэтому, при наличии слабочувствительных пластинок того времени, экспозиция тянулась до 20—30 минут. Поэтому то все внимание оптиков-конструкторов того времени было направлено на путь увеличения светосильности оптического инструмента, дабы сократить в первую очередь экспозицию, а затем уже улучшить, если возможно, качество изображения.

б) Почти одновременно англичанин Грубб предложил ахромат другого типа. Он состоял из двух менисков, собирательного и рассеивающего, соответственно изготовляемых из крона и флинта.

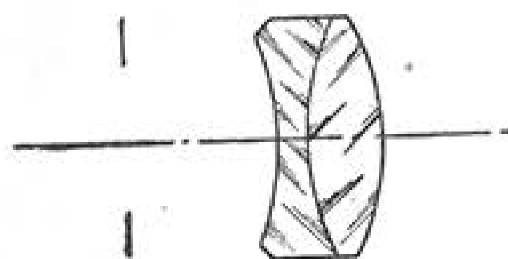


Рис. 13 *а*.

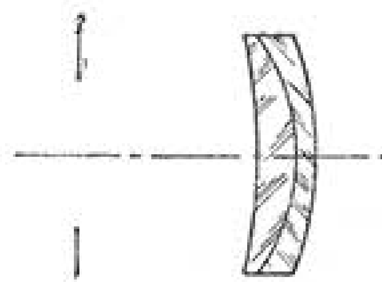


Рис. 13 *б*.

При наличии того же относительного отверстия линза Грубба перед ахроматом Шевалье особых преимуществ не имела (рис. 13 *б*).

В том и другом ахромате в полной мере сохранились следующие недостатки: дисторсия, астигматизм и кривизна поля изображения, которые частично исправлялись диафрагмой, расположенной на некотором расстоянии впереди объектива. Поэтому эти объективы нашли себе применение только в съемке ландшафтов, откуда и определилось их название.

2. ПОРТРЕТНЫЙ ОБЪЕКТИВ ПЕТЦВАЛЯ

Первый портретный объектив с рекордной светосилой и сравнительно хорошим качеством изображения был выпущен в 1840 г. оптической фирмой Фохтлендера по расчету Венского профессора математики Жозефа Петцваля (рис. 14). Этот объектив был сконструирован впервые *на основе математического расчета*, состоял из двух ахроматов, поставленных на некотором расстоянии

[1] Крон и флинт — сорта оптического стекла (см. ниже отдел Технологии стекла).

[2] Канадский бальзам — род прозрачной смолы.

друг от друга, и диафрагмы между ними[1], причем для улучшения качества изображения второй ахромат был расклеен. Объектив имел относительное отверстие 1 : 3,4.

Для своего времени работы Петцваля были выдающимися. Благодаря наличию двух ахроматов, сферическая и хроматическая аберрации оказались уничтоженными, и поэтому резкость, которую удалось получить с портретным объективом Петцваля при полном отверстии, была прямо изумительной, но, поскольку астигматизм и кривизна поля изображения остались неуничтоженными, эта резкость быстро падает от середины поля к краю изображения. Поэтому объектив этот оказался пригодным только для портретной фотографии, тем более, что, будучи в начале ахроматизованным только для оптически ярких лучей[2], он давал из-за присутствия остаточной хроматической аберрации сравнительно мягкие снимки. Главная его ценность заключается в том, что он допускал портретные съемки относительно короткой продолжительности — на дагерротипных пластинках: от полминуты до нескольких минут. Для того времени это было большим достижением, так как простой подсчет светосильности ландшафтной линзы Шевалье и объектива Петцваля



Рис. 14.

$$(1:14)^2 : (1:3{,}4)^2 = 16$$

показывает, что экспозиция сократилась примерно в 16 раз. Будучи долгое время излюбленным инструментом фотографов-профессионалов, портретный объектив Петцваля только в последнее время уступил дорогу портретным анастигматам[3], главным образом потому, что при наличии ярко выраженной кривизны поля изображения он обладал значительным виньетированием[4] из-за своей относительно большой длины. Однако еще и до сих пор он имеет большое применение в тех областях, где не требуется большого угла изображения, как, напр., в портретной фотографии, в астрофотографии,

[1] Как правило — наличие междулинзовой диафрагмы практически освобождает объектив от дисторсии.

[2] Только в 1846 г. появились изготовленные на основе вычислений объективы без разности фокусов, хотя А. Россу уже в 1840 г. удалось достигнуть опытным путем оптически-актинической ахромазии.

[3] Анастигмат — совершенный, свободный от недостатков объектив.

[4] Виньетирование — падение освещенности на краях изображения.

кинопроекции и т. д., конечно с соответствующими усовершенствованиями в зависимости от поставленных задач съемки.

Объектив Петцваля почти с самого момента его выпуска непрерывно видоизменялся различными конструкторами-оптиками, совершенствовался как в техническом, так и качественном отношении. Так, Далльмейер вскоре построил свой знаменитый портретный, мягкоработающий объектив „Soft focus" серия 3В, внеся в конструкцию объектива Петцваля следующее изменение: он переставил местами линзы задней системы, причем двояковыпуклая кроновая собирательная линза приняла форму собирательного мениска, а передняя система линз (ахромат) осталась нетронутой.

Такое изменение в расположении линз способствовало значительному улучшению в корригировании сферической аберрации. Однако основной причиной, вследствие которой этот объектив получил заслуженную известность в широких кругах фотографов, является то обстоятельство, что вновь введенная задняя система линз позволяет произвольно изменять сферическую аберрацию при снятии портретов. Такое изменение производится путем увеличения воздушного промежутка между двумя задними линзами. Оправа этого объектива, изображенная на рис. 1 (приложения I), сконструирована таким образом, что в нормальном положении изображение имеет максимальную резкость. При повороте же тубуса[1] вокруг своей оси по направлению выгравированной на оправе стрелки, на целый круг или на часть его, в зависимости от желаемого смягчения, значительно изменяется сферическая аберрация системы и тем самым смягчаются контрасты и возрастает глубина снимка. Оправа устроена так, что при повороте тубуса система из трех линз отходит вперед на небольшое расстояние, а самая последняя линза остается на месте. Для правильного использования этого объектива необходимо учесть, что *наводка на фокус производится всегда после поворота тубуса на желаемую степень смягчения.*

3. ПЕРИСКОП ШТЕЙНГЕЛЯ

Как мы уже выше отметили, работы Петцваля дали толчок к планомерным изысканиям в области вычислительной оптики. Вся важность и значение математического расчета при конструировании фотографических объективов и та специфическая особенность оптико-механического приборостроения, в котором резко выражена теснейшая связь науки с производством — прежде всего были осознаны в Германии. Поэтому уже в 1865 г. в Мюнхене под руководством К. А. Штейнгеля возникают оптическо-астрономические мастерские, вернее, экспериментально-исследовательский институт с опыт-

[1] Тубусом называется труба оправы объектива.

ными мастерскими. Главной задачей этих мастерских первоначально было изготовление на научной основе объективов для астрономических труб. Однако параллельно поставленная работа по вычислению и определению новых форм фотографических объективов в этих мастерских оставила в истории оптики глубокий след.

Первым фотографическим объективом, который был выпущен мастерскими в 1865 г., является *Перископ* (рис. 15). Он состоит из двух совершенно одинаковых собирательных менисков, установленных на определенном расстоянии друг от друга, причем вогнутые их стороны обращены внутрь. Диафрагма располагалась ровно по-середине между ними. Вполне понятно, что такая оптическая система не может быть коррегированной хроматически. В то же самое время Перископ является лучшим фотографическим объективом, который может быть изготовлен при помощи двух простых линз из одного и того же сорта стекла. Кроме того, вследствие своей *симметричности*, Перископ свободен от дисторсии практически для любого масштаба снимка. Вместе с тем поле изображения этого объектива очень плоско и довольно велико.

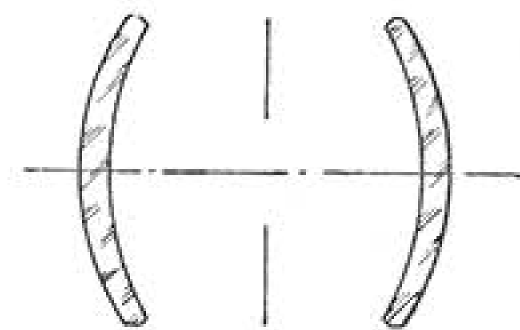


Рис. 15.

В первоначальной своей редакции, с целью уменьшения аберрации, Перископ был выпущен с очень малым относительным отверстием, а именно 1:40, при этом поле изображения его было велико — около 90°. После наводки на резкость приходилось делать поправку на химический фокус в размере 2% от фокусного расстояния[1]. Так как работы Штейнгеля быстро шли вперед по пути усовершенствования оптических систем, выпуск упомянутого объектива был очень скоро прекращен и заменен лучшими системами.

Однако Перископ, являясь первым симметричным объективом с центральной диафрагмой, видоизменялся и усовершенствовался различными оптическими фирмами и до сих пор еще имеет применение, как легко изготовляемый в производстве, и обычно ставится на фотографических камерах дешевого типа. Относительное отверстие его удалось поднять до 1:11. Одновременно камеры конструируются таким образом, что поправка на химический фокус уже предусмотрена в конструкции: рамка матового стекла делается с соответствующим утолщением, дабы отвести плоскость визуальной наводки, а кассета с помещенной в нее пластинкой вставляется в пазы камеры таким образом, что эмульсионная поверхность пластинки помещается в нужном положении (на расстоянии 2% фокусного расстояния от плоскости матового стекла). Другой вариант

[1]) Т. е. $1/_{5}$) фокусного расстояния

поправки на химический фокус объектива типа Перископ был предложен Роденштоком в выпускаемых этой фирмой Бистигматах (рис. 15а), посредством перемещения тубуса объектива. Оправа объектива заключена в кожух, в основании которого сделана штыковая прорезь. В этой прорези перемещается штифт, соединенный с оправой. Величина перемещения вдоль оси оправы равна 2% от фокусного расстояния. Таким образом, вытянув оправу с оптикой, производят наводку на фокус, после чего надо утопить оправу и завернуть для благонадежности в бок и тогда произвести съемку.

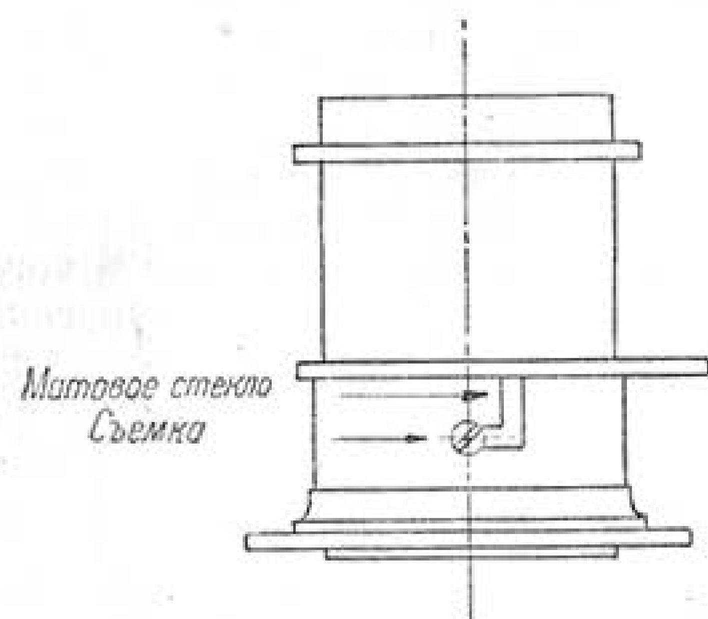


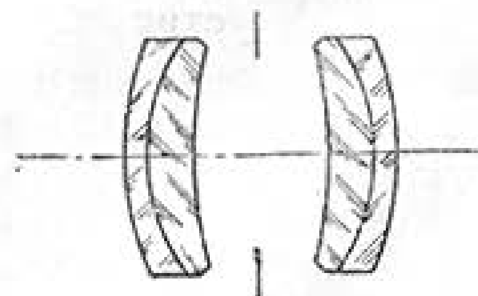
Рис. 15а.

Практика работы автора с Бистигматом Роденштока показала его удивительные качества: сочности и ясности изображения (минимальное количество отражающих поверхностей и поглощающих сред) при получении портретов на открытом воздухе, так как светосила его весьма мала — относительное отверстие 1 : 14.

Перископы с повышенной светосилой и большими фокусными расстояниями применяются еще в художественной фотографии, но к этому вопросу мы еще вернемся впоследствии.

4. АПЛАНАТ ШТЕЙНГЕЛЯ

В 1866 г. Штейнгель выпускает новый тип симметричного фотографического объектива под названием апланат, который по внешнему виду напоминает Перископ (рис. 16), но с ахромированными менисками. Каждую половинку этого апланата можно рассматривать как ахроматическую линзу Грубба. Отсюда вывод: половинкой симметричного апланата можно самостоятельно производить съемку. Мы должны подчеркнуть это важное преимущество симметрических конструкций. Относительное отверстие апланата было 1:8. В отношении же качества изображения объектив существенно не отличался от объектива Петцваля, также имея недостатки астигматизма и кривизны поля изображения.


Рис. 16.

Апланаты, благодаря мягкости своей работы полным отверстием, еще до сих пор имеют много сторонников среди фотографов, но за последнее время они энергично вытесняются более совершенными объективами и более дешевыми в производстве, чем апланат.

Для художественной фотографии апланаты незаменимы, но при наличии увеличенного относительного отверстия. В такой конструкции намеренно вводятся остатки (в строго определенной дозе) сферической и хроматической аберрации, что позволяет достигнуть увеличения светосилы, а введенные, с точки зрения оптики, недостатки, идут на образование нужного художественного изображения.

Так, известный портретный объектив фирмы Буша, изготовленный по предложению фотографа Николы Першейда, с относительным отверстием 1:4,5, представляет собой не что иное, как симметричный апланат и является первоклассным инструментом для художника-фотографа.

Теперь вернемся к вопросу применения половинок апланата в качестве самостоятельных объективов и постараемся определить технические условия к переходу от съемки всем объективом к съемке половинками, в смысле необходимой для этих целей экспозиции.

Дабы не усложнять нашу работу математическими выкладками, в виду недостатка времени, упростим нашу задачу предположением, что половинки апланата находятся на очень близком расстоянии друг от друга [1]. Тогда мы можем применить следующую формулу:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}, \text{ где} \qquad (1)$$

F — фокусное расстояние всего апланата,
f_1 — „ „ первой половинки,
f_2 — „ „ второй половинки.

Из формулы видно, что обратная величина фокусного расстояния первой половинки, сложенная с обратной величиной фокусного расстояния второй половинки, в сумме дает обратную величину фокусного расстояния всего апланата.

Но у симметричного апланата первая и вторая половинка одинаковы, т. е. имеют одинаковое фокусное расстояние, или

$$f_1 = f_2 \qquad (2)$$

Поэтому формула (1) может быть переписана в таком виде:

$$\frac{1}{F} = \frac{2}{f_1}, \qquad (3)$$

откуда

$$F = \frac{f_1}{2}, \qquad (4)$$

[1] Это предположение более справедливо для симметричных анастигматов.

а также

$$f_1 = 2F, \quad (5)$$

т. е. *фокусное расстояние половинки приблизительно* (так как выше мы сделали предположение, что половинки очень близко расположены друг к другу) *в два раза больше фокусного расстояния всего апланата* (или все равно любого симметричного объектива).

1-й пример: Фокусное расстояние 1-й и 2-й половинки равно 200 мм. В таком случае фокусное расстояние всего апланата по формуле (3) равно 100 мм.

2-й пример: Фокусное расстояние апланата равно 210 мм. Каково фокусное расстояние каждой половинки? По формуле (4) мы определим его. Оно будет равно 420 мм.

Сделаем теперь, на основе приведенных рассуждений, более сложный пример.

3-й пример: Имеем симметричный анастигмат Дагор с фокусным расстоянием $F = 180$ мм и относительным отверстием 1:6,8. Определить все технические данные для производства съемки одной половиной.

Прежде всего мы определяем фокусное расстояние половинки Дагора. По формуле (4) оно равно:

$$f_1 = 2F = 2 \times 180 \text{ мм.} = 360 \text{ мм.}$$

Затем для того, чтобы определить относительное отверстие половинки, нам надо знать диаметр действующего отверстия, т. е. диаметр линз.

Имея относительное отверстие 1 : 6, 8 всего объектива, мы всегда можем определить искомый диаметр, так как в том и другом случае диаметр линз не изменяется.

Для этого нам надо фокусное расстояние 180 мм разделить на 6,8, так как эта цифра нам показывает, *во сколько раз фокусное расстояние больше диаметра действующего отверстия.*

180 мм : 6,8 = 26,47 мм или округляя 26,5 мм

Теперь узнаем относительное отверстие половинки:

$$\text{H} = \frac{D}{f_1} = \frac{26{,}5}{360} = \frac{1}{13{,}6} = 1:13{,}6$$

Итак при применении половинки, относительное отверстие уменьшилось вдвое. Посмотрим теперь, во сколько же раз должна увеличиться экспозиция. Для этого надо посмотреть, во сколько раз весь объектив светосильнее половинки. Это мы можем узнать, возведя в квадрат и разделя эти дроби:

$$(1:6{,}8)^2 : (1:13{,}6)^2 = (1:46{,}24) : (1:184{,}96) = \frac{1 \times 189{,}96}{46{,}24 \times 1} = 4,$$

т. е. экспозиция должна быть увеличена *в 4 раза.*

Итак заметим себе, что фокусное расстояние увеличилось в два раза, а экспозиция возросла в четыре раза. Все вышеприведенное справедливо для всех симметричных фотообъективов, как например апланаты, анастигматы: Дагоры, Аматары, Ортостигматы, Коллинеары и т. д.

В чем же заключается преимущество использования половинок симметричных фотообъективов?

Для того, чтобы ответить на этот вопрос, нам придется рассматривать графически зависимость между изменением фокусного расстояния и изображения, даваемого объективом. На рис. 17 изображен случай, когда величина предмета и расстояние до него остается неизменным — меняются только фотообъективы по величине своего фокусного расстояния. Положим, что первый раз был взят объектив с $F = 120$ мм. В таком случае, если формат пластинки не меняется, мы получим определенное по величине изображение $a_1 в_1$. Увеличим теперь *вдвое* фокусное асстояние нашего объектива, т. е. возьмем $F = 240$ мм. Тогда мы заметим, прежде всего, что растяжение меха камеры также увеличится вдвое, но главным образом увеличатся вдвое линейные размеры изображения (а площадь снимка следовательно увеличится в четыре раза), и поэтому тот же самый размер пластинки будет использован лучше, т. е. *мы получим более крупное изображение предмета* с того же места, *как бы применяя фотообъектив с более длинным фокусным расстоянием.* Отсюда следствие: применяя объектив с более коротким фокусным расстоянием, мы получим изображение меньшим, но зато с большим числом деталей на снимке, и наоборот, при длинном фокусном расстоянии — деталей будет меньше, но они будут крупнее. Таким образом, если нам надо фотографировать крупным планом, например, портрет, на открытом воздухе можно будет применять половинку симметричного объектива с учетом технических условий съемки, о которых говорилось выше.

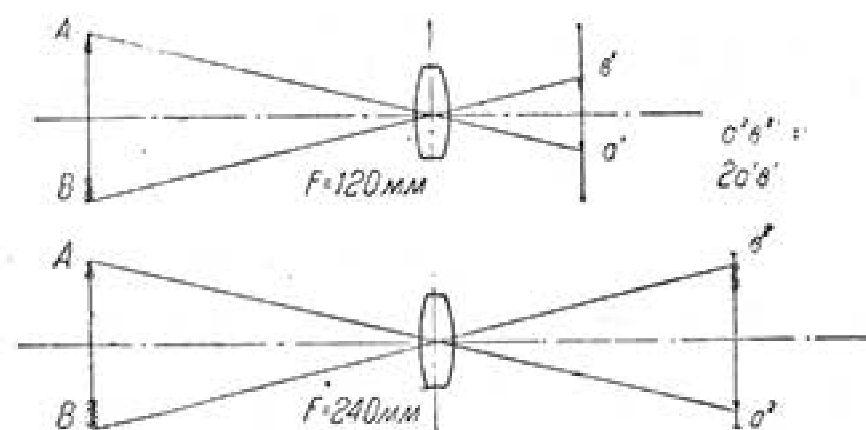


Рис. 17.

Величина изображения при одном и том же фокусном расстоянии зависит также от конструкции объектива и от состояния коррекций [1]

[1] Состояние исправлений его недостатков — аберраций.

его, а отсюда вытекает еще один элемент, характеризующий работу объектива — *угол поля зрения* (рис. 18). Эти углы измеряются в градусной мере. Так, длиннофокусные и портретные объективы обычно имеют угол зрения 40°. Универсальные от 55° до 70°. Широкоугольные от 90° но 140°.

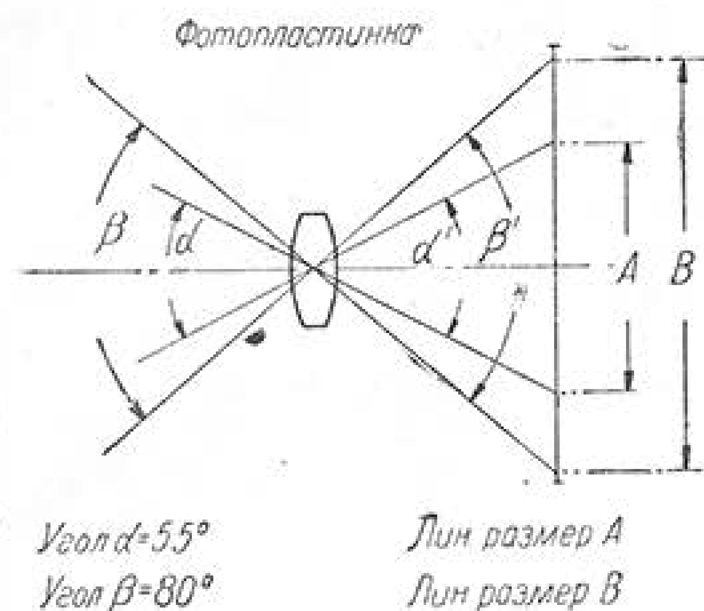


Рис. 18.

На рис. 18 угол поля зрения обозначен буквою α. Угол α^1, который для простоты мы будем принимать равным α, т. е.

$$\alpha^1 = \alpha$$

со стороны изображения (пластинки) называется *углом поля изображения*.

5. АНТИПЛАНЕТЫ

Симметричный апланат Штейнгеля явился предметом подражания и стал выпускаться многими оптическими фирмами под самыми разными названиями, например: ректилинеары и т. п. Одновременно Штейнгель выпускает апланаты, расчитанные для специального вида съемок: групп, широкоугольных, портретных и т. д.

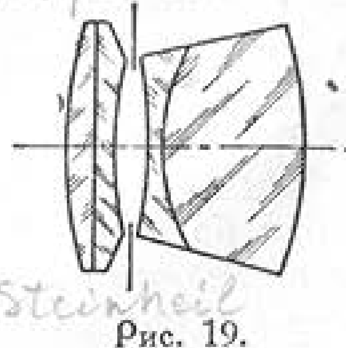


Рис. 19.

Идя по пути усовершенствования этих объективов, главным образом стараясь уничтожить астигматизм, Штейнгель в 1881 году начал расчет серии объективов под названием *антипланеты*. На рис. 19 изображен один из таких антипланетов, у которого чрезвычайно большая толщина линзы объясняется желанием улучшить качество работы объектива. Здесь мы должны отметить, что в истории развития фотографической оптики Штейнгелю принадлежит большая заслуга, так как вычисленные им конструкции явились переходным звеном к более совершенным объективам — анастигматам.

6. ИЗОБРЕТЕНИЕ АНАСТИГМАТА

В 1880 г. научный сотрудник фирмы Цейсса физик Аббе, совместно с предпринимателем Шоттом в городе Иене, решили исследовать вопрос о производстве новых сортов оптического стекла.

Подведя под это дело серьезную научно-исследовательскую и экспериментальную базу, они в короткий срок достигли исключительных результатов: были получены, так называемые, *баритовые* стекла (или их еще называют Иенские стекла), свойства которых диаметрально расходились со свойствами известных в то время стекол.

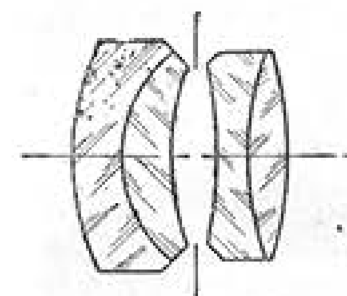
Применение новых сортов оптического стекла произвело переворот в деле построения фотографических объективов.

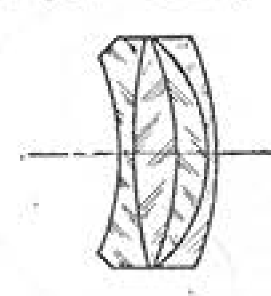
Ассистент Аббе научный сотрудник Пауль Рудольф занялся исследованием этих стекол и обнаружил следующее:

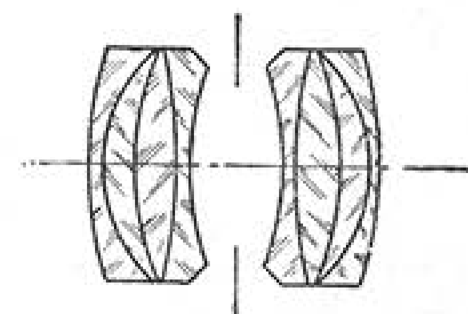
1) Ахромат, изготовленный из *старых* стекол, имел уничтоженной *сферическую аберрацию*.

2) Ахромат, изготовленный из *новых* стекол — имел уничтоженным *астигматизм*.

Поэтому первый ахромат называется *старым ахроматом*, а второй — *новым ахроматом*.


Рис. 20.


Рис. 21.


Рис. 22.

Соединяя старый ахромат с новым, Рудольф первый добился такой оптической системы для целей фотографирования, в которой были уничтожены все те недостатки, о которых говорилось выше. Эту систему он назвал *анастигматом* и под этим названием фирма Цейсс выпускала серии анастигматов, которые впоследствии были названы *Протарами*.

На рис. 20 изображен первый такой анастигмат Рудольфа, который был выпущен фирмой Цейсса в 1891 г. с относительным отверстием 1 : 8.

Таким образом путь был найден. Оставалось только еще улучшить качество изображения и поднять светосилу объектива. Идя по этому пути, Рудольф построил свою знаменитую *Протарную линзу* (рис. 21). Если вы взглянете на рис. 20 и 21, то увидите, что во втором случае оба ахромата — старый и новый — склеены друг с другом, т. е. каждая Протарная линза — является самостоятельным анастигматом, однако с ухудшенной дисторсией[1].

[1] Здесь необходимо отметить как правило, что если диафрагма внутри объектива — дисторсия минимальна; если диафрагма вынесена наружу — дисторсия максимальна.

Соединяя две протарных линзы, получим „Двойной протар" с относительным отверстием 1:6,3 (рис. 22), что и сделал в свое время Рудольф.

Таким образом Рудольф первый добился того, что фотографические объективы стали давать резкое изображение по всему полю (пластинке) и в то же время свободное от искажений.

В настоящее время Рудольф работает по вычислению новых фотографических систем в оптической фирме Гуго Мейер.

7. КЛАССИФИКАЦИЯ СОВРЕМЕННЫХ АНАСТИГМАТОВ

Как мы уже выше указали, изобретением новых сортов оптического стекла в Иене — баритовых стекол — было положено начало грандиозным творческим работам, в частности в направлении создания совершенно новых и высококачественных конструкций фотографических объективов.

Изучая эти конструкции, выпущенные с 1890 г., мы увидим чрезвычайно большое количество и разнообразие типов фотографических объективов, которые изготовляли оптические фирмы в разных странах.

Такое обилие типов объясняется, главным образом, тем, что каждая новая конструкция в условиях капиталистической конкуренции моментально ограждалась патентом, действие которого распространялось на 15 лет (например, сравнительно недавно закончился патент на всемирно известный объектив „Тессар" и мы видим, что почти каждая оптическая фирма теперь делает эту конструкцию под другим названием), и поэтому приходилось придумывать все новые и новые формы фотообъективов, может быть даже более сложные.

Большинство из этих объективов носит определенные названия, которые обычно гравируются на фронтальной стороне оправы фотографического объектива и для данной конструкции в определенных фирмах являются постоянными. Некоторые из этих названий мною здесь приводятся в расшифрованном виде[1]. Как мы увидим ниже, смысл их названий подтверждает несомненное качество той или иной конструкции; во всяком случае большинство названий отражает качественную характеристику объектива.

Обычно берется какое нибудь слово в виде основы, например — stigmatique[2] и затем путем добавления соответствующих приставок (греческих слов) создается наименование фотографическому объективу.

[1] В качестве материала была использована статья из Britisch Journal of Photographie, t. 64, 1917, p. 325.

[2] Stigmatique — по-русски точечный, т. е. дающий резкое, точечное изображение.

Так составлены названия Aristostigmat (совершенно точечный), Holostigmat (вполне точечный), Isostigmatique (равномерно точечный), Orthostigmat (точечный без искажений), Neostigmat (новый анастигмат), Planastigmat (анастигмат с плоским полем изображения), Velostigmat (быстрый анастигмат), — которые указывают, какими особыми качествами в смысле астигматизма и кривизны поля изображения обладают приведенные объективы.

Апланатизм изображения отражается в следующих названиях: Aplanastigmat, Aplanat, Aplanétique, Antiplanet.

На очень большое поле при хорошем качестве изображения указывают названия: Eurygraphe, Eurynar, Euryplan (eurus — большой, широкий), Perigraphe, Periplan (peri — вокруг), Eurygonal, Hypergon, Teragonal (gone — угол; hyper — чрезмерный; teras — чрезвычайный).

Отсутствие дисторсии в объективе также считается особым показательным качеством его, поэтому мы имеем следующие названия: Rectilineare, Rectigraphe, Rectoscope (rectus — прямой), Orthar, Orthostigmat, Orthoscop (orthos—правильный), Linear, Collinear (линия в линию), Homocentric (имеющий один центр), Alethar (alethes—прямой).

Плоское поле изображения отражено в названиях Aristoplan, Planar и др.

Универсальность применения показана названиями: Polynar, Polyplast, Policentriqne (poli — много), Pantar, Pantogonal, Pantoscop (pan — все).

Объективы, дающие при фотографировании весьма удаленных предметов изображения в большом масштабе, обычно называются *телеобъективами* (теле — далеко); к этой категории принадлежат Telecentric, Teletessar, Bistelar (дающий изображение в два раза больше при применении того же растяжения аппарата). Многие объективы названы по числу линз, входящих в конструкцию (считая линзы в склеенных группах): Octanar, Sextar, Tetrastigmat, Tessar (tessar — четыре), Trioplan, Triotar, Triplan (tri — три); другие носят названия, положенные в основу их конструирования, например, Unofocal (все четыре линзы имеют одинаковое по абсолютному значению фокусное расстояние), Primoplan (коррегирование объектива произведено для съемки передних планов).

Некоторые названия содержат в себе идею быстроты, как например, Celor, другие идею блеска, как например Glaucar, Leukar, Clarior, а также лучезарность и сияние светил, звезд, молнии и т. д., как то: Heliar, Heliostigmat, Heliogonal (helios — солнце), Stellor (stella — звезда), Fulmenar (fulmen — молния); кроме того названия, показывающие полное совершенство и законченность — Artar, а также могущество — Dynar.

Наконец, некоторые названия могут быть расшифрованы как начальные буквы слов, например — Dagor — Doppel Anastigmat Goerz (двойной анастигмат Герца).

Уместно здесь добавить, что если на оправе объектива не показано название конструкции или хотя бы имя фирмы, его изготовляющей, то качество такого объектива должно быть под большим сомнением.

Теперь необходимо заметить, что на ряду с постепенным расширением применения фотографии в различных областях, вполне естественно, в зависимости от характера съемки и обстановки, возникали разнообразные технические требования на фотографическую оптику, которые в некоторых случаях не могли быть соблюдены в одной и той же конструкции. Таким образом, возникшая уже давно идея создания *универсального* объектива, могущего быть использованным для любой фотографической работы, при наличии высокого качества даваемого им изображения — даже в настоящий момент, при существующих возможностях, еще не может быть проведена в жизнь. С другой стороны, как нам уже известно, развитие фотографической оптики вначале шло по пути преимущественно бытового применения, а не специального; поэтому возникали такие типы объективов (как напр. для специального фотографирования ландшафтов и т. д.), которые в настоящее время, при наличии более совершенных средств исправления коррекций объективов, совершенно не изготовляются и с успехом заменяются так называемыми универсальными анастигматами.

В данном случае универсальность объектива надо понимать условно, как некоторое приближение к такой конструкции, которая может быть с успехом использована в нескольких специальных случаях.

В большинстве же случаев *по роду своего применения* конструкции фотографических объективов резко отличаются друг от друга как со стороны технической, так и качественной. Поэтому нам в первую очередь необходимо произвести классификацию существующих объективов по характеру и роду применения их.

Некоторое приближение в этом отношении дает переделанная автором таблица C. W. Frederick[1] (см. табл. на стр. 31).

Из всех групп фотографических объективов, приведенных в таблице, наибольшим разнообразием типов отличается группа универсальных объективов-анастигматов. При помощи универсальных объективов производятся фотографические снимки во всех областях. Относительное отверстие универсальных объективов в настоящее время лежит приблизительно в пределах от 1:3 до 1:7.

Такие объективы дают четкое изображение при полном отверстии объектива, причем *диаметр круга изображения* у них приблизительно *равен длине фокусного расстояния* объектива и следовательно угол изображения лежит в пределах от 50 до 60°.

[1] Journ. of the Opt. Soc. of Amer. 1920, 236.

Объективы	Относительное отверстие	Фокусное расстояние в мм	Угол поля изображения
Лучш. универсальн.	1:3,5 — 1:5,6	от 100 — 300	50° — 60°
Универсальные	1:6,3 — 1:8	от 100 — 300	50° — 70°
Монокли (дешев. опт.)	1:14 и ниже	от 75 — 150	30° — 50°
Апланаты	1: 8 и ниже	от 75 — 200	40° — 50°
Портретные	1: 4 — 1:5,6	от 150 — 360	24° — 40°
Кинематографические	1:1; 1:2; 1:3,5	35, 50, 75	15° — 35°
Репродукционные для штриховой печати	1:8 — 1:16	от 200 — 600	54° — 60°
То же для 3-х цветн. печати	То же, но хорошо ахроматизированные для красного, желтого и синего цвета		
Широкоугольные	1:6,8 и 1:18	от 75 — 150	80° — 110°
Телеобъективы	1:6,3 и 1:10	от 200 — 500	20° — 40°
Аэрофотообъективы	1:4,5 — 1;6,3	250, 600, 1200	30° — 50°
Астроном. рефракторы	1:6,3 — 4:32	600 — 1800	10° — 14°
„ рефлекторы	1:4,5 — 1:10	900 — 2500	4° — 10°

В отношении резкости изображения эти объективы допускают последующее увеличение снимка до значительных размеров и поэтому к универсальным объективам-анастигматам теперь предъявляются требования большей частью в отношении повышения светосилы при одновременном сохранении качества изображения.

Фотографический объектив называется уже светосильным, если он, например, имеет относительное отверстие 1:3,5. Такими светосильными объективами в небольшом количестве снабжены фотографические камеры малого размера и главным образом большинство клапп-камер и зеркалок.

Выше мы разбили все фотографические объективы на группы по роду их применения. Теперь, пользуясь тем, что группа универсальных объективов-анастигматов содержит в себе большое количество типов, мы постараемся произвести классификацию их по характеру конструкции.

Ниже приводимая классификация является исключительно удобной для изучения и запоминания конструкций анастигматов. Все объективы-анастигматы разделяются на:

1 группа — анастигматы симметричные:

а) — склеенные
б) — полусклеенные
в) — несклеенные

2 группа — анастигматы несимметричные:

а) — склеенные
б) — полусклеенные
в) — несклеенные

ГРУППА 1а

К ней принадлежат, следовательно, *симметричные склеенные* анастигматы. Каждая половинка такого симметричного анастигмата может состоять из трех, четырех или пяти склеенных между собою линз.

Характерным представителем этой группы является Дагор Герца [1] (рис. 23), который при относительном отверстии 1:6,8 имеет угол поля изображения в 70°. Объектив этот, благодаря своим качествам, получил исключительно широкое распространение.

Одновременно с выпуском Дагора появился в Англии с другим расположением линз Голостигмат Ваттсона, который при относительном отверстии 1:4,5 имел угол поля изображения в 60°. Этот объектив до сих пор еще изготовляется в Англии (рис. 24).

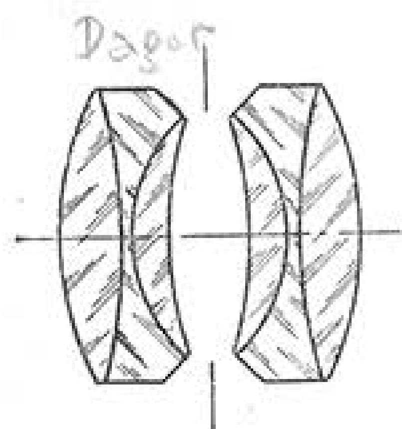


Рис. 23.

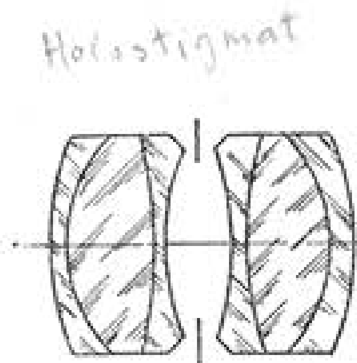


Рис. 24.

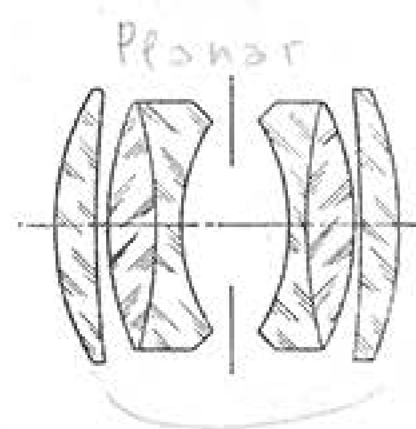


Рис. 25.

К этому же классу объективов принадлежат Коллинеар Фохтлендера, Ортостигмат Штейнгеля и т. п.

Все перечисленные объективы с большой глубиной резкости и служат, главным образом, для съемок групп, производства репро-у кций и т. п. Как портретные эти объективы несколько сухи д только могут быть использованы путем применения половинок.

ГРУППА 1б

К ней принадлежат *симметричные полусклеенные* анастигматы, например, Планар — Цейсса с относительным отверстием 1:3,5 и углом зрения в 52° (рис. 25). Хотя этот объектив и имеет исправленное поле изображения, однако в отношении резкости он сильно уступает такому, например, объективу как Петцваль. С другой стороны наличие комы не позволило этому типу объективов распространиться так же, как, например, Тессару той же фирмы.

[1] В настоящее время Дагоры в Германии не изготовляются. Они изготовляются в Америке.

При внимательном изучении и исследовании анастигматов всегда можно определить, для какого характера работы лучше всего может быть использована та или иная конструкция анастигмата.

По своей конструкции Планар отличается тем от Дагора, что у него от ахромата отклеен собирательный мениск. Если мы переставим компоненты Планара, то получим Двойной Плазмат фирмы Мейер с относительным отверстием 1:4,5 и углом поля изображения в 60° (рис. 26). Этот объектив качеством еще выше Планара, благодаря тому, что в нем уничтожен недостаток комы.

ГРУППА 1 в

К симметричным несклеенным объективам принадлежат объективы, построенные по типу, предложенному математиком Гауссом для астрономических труб. Так, например, объектив Буша под названием „Омнар" (рис. 27) с относительным отверстием 1:4,5

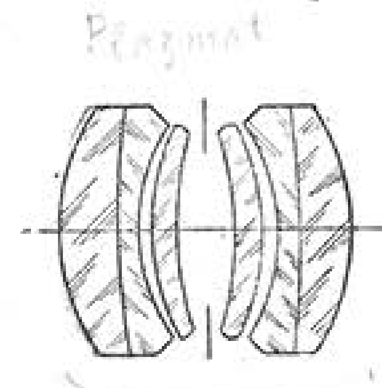


Рис. 26.

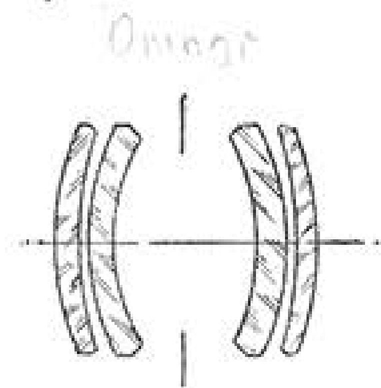


Рис. 27.

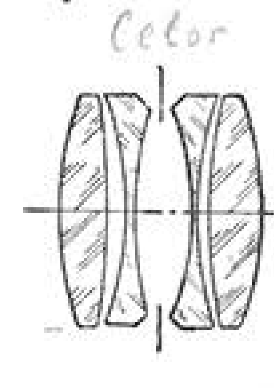


Рис. 28.

и углом поля зрения в 55°, как раз и построен по этому принципу. Подобного рода объективы имеют целый ряд преимуществ при наличии ряда недостатков: работать половинкой такого анастигмата можно лишь тогда, когда будет применена очень малая диафрагма для достижения лучшего качества изображения. С другой стороны рекомендуется с объективами подобной конструкции применять солнечную бленду [1] для избежания световых бликов на фотопластинке, которые могут получиться при съемке в условиях рискованного освещения.

Объективы эти очень капризны в вопросах центрировки линз. Поэтому разбирать такие объективы без особой к тому надобности — не рекомендуется.

К этому же классу объективов принадлежит Целор Герца (рис. 28) с относительным отверстием 1:4,5 и углом зрения 55°. Тип объектива Целор очень прост и легок для производства, но этот объектив не получил в свое время (так же как и объектив

[1] Небольшая трубочка из картона или черной бумаги, одеваемая снаружи на оправу объектива.

Унар Цейсса) распространения из за световых бликов — недостатка, о котором мы уже упоминали выше — и вскоре был заменен более совершенным фотообъективом Догмар (рис. 29).

Однако, благодаря повышению требований к фотографическим объективам-анастигматам, в зависимости от характера их использования, наряду с симметричными конструкциями создавались также и несимметричные.

ГРУППА 2 а

К этой группе *несимметричных склеенных* анастигматов принадлежит уже известный нам анастигмат Цейсса, впоследствии названный Протаром (рис. 20). В настоящее время этот тип употребляется, главным образом, как широкоугольный с соответствующим уменьшением относительного отверстия до 1 : 18, но за то с увеличением угла поля зрения до 100°.

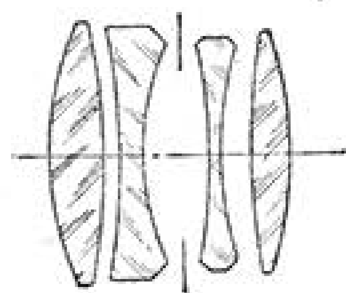


Рис. 29.

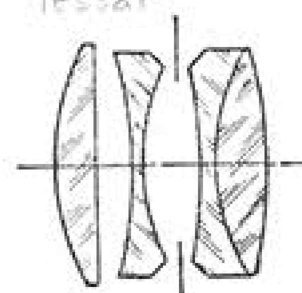


Рис. 30.

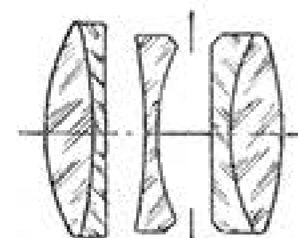


Рис. 31.

ГРУППА 2 б

Наиболее совершенными считаются объективы, принадлежащие к группе *несимметричных-полусклеенных* анастигматов. Например, в таком объективе как Тессар Цейсса (рис. 30) с относительным отверстием 1 : 4,5 и углом изображения в 57° блестяще уничтожены все недостатки изображения. По своей разрешающей способности (количество линий, которые можно рассмотреть в 1 мм после фотографирования). Тессар является непревзойденным объективом. Однако, это объясняется еще тем, что техника изготовления оптических поверхностей в фирме Цейсс — стоит на исключительной высоте.

К этой же группе принадлежат не менее знаменитые фотообъективы анастигматы Гелиар Фохтлендера (рис. 31) и Икспресс Росса (рис. 32) — оба с относительным отверстием 1 : 4,5.

Сравнивая эти три замечательных объектива, мы можем констатировать следующее: Тессар имеет минимальное количество линз, из-за больших радиусов, производство его дешево и относительно просто. С другой стороны резкость изображения, даваемая Тессаром — исключительна.

Переходя теперь к Гелиару и Икспрессу, мы замечаем, что каждый из этих объективов имеет пять линз (т. е. на одну линзу больше, чем у Тессара). В то же самое время, из практики, мы знаем, что эти объективы работают несравненно мягче, чем Тессар.

Подобное явление отчасти объясняется тем, что каждое оптическое стекло, будучи в известной мере светофильтром (из-за своей окрашенности), фильтрует световые лучи, которые при наличии остатков сферической и хроматической аберрации дают на пластинке изображение менее четкое, т. е. более мягкое, чем при Тессаре, у которого имеется минимум оптического стекла.

ГРУППА 2 в

К несимметричным несклеенным объективам прежде всего принадлежит Триплет Кука (рис. 33) с относительным отверстием 1 : 3 и углом поля зрения в 50°. Этот объектив является прототипом

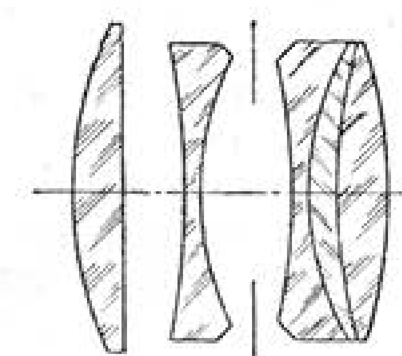


Рис. 32.

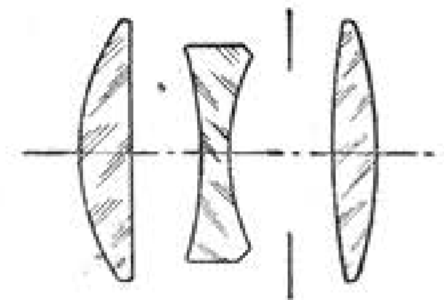


Рис. 33.

Тессара, Гелиара и т. п. и в свое время очень много применялся в качестве светосильного портретного объектива.

Однако, неравномерно распределенная резкость по изображению при большом угле поля зрения не позволила ему считаться первоклассным анастигматом и он изготовляется теперь как самый дешевый из анастигматов (всего три линзы) в широком масштабе для любительских фотографических камер с относительным отверстием 1 : 6,3—1 : 4,5 и даже 1 : 3,5.

К этой же группе принадлежат объективы анастигматы Тахар Астро с четырьмя отдельно стоящими линзами в оправе, Изостигмар Бека, имеющий 5 отдельно стоящих линз, и целый ряд других фотографических объективов. Однако объективы с большим числом отдельных линз особым вниманием не пользуются в силу того, что наряду с большой потерей света при отражении от поверхностей линз [1] эти объективы при световых контрастах склонны давать рефлексы (светлые пятна) в изображении. Впрочем, это обстоятельство не является правилом, так как рефлексы зависят и от целого ряда

[1] См. таблицу № 5 в приложении.

других причин, как напр. крутизны радиусов линз, расстояний между отдельными линзами и т. п. К этому вопросу мы еще вернемся в конце нашей книги.

8. ФОТОГРАФИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТИВЫ, ИЗГОТОВЛЯЕМЫЕ В СССР

В начале нынешнего столетия оптическим заводом „Фос" (фирма Александр Гинсберг и Ко в Варшаве) выпущены были первые русские фотографические объективы анастигматы под наименованием „Планастигматы Фос". По своей конструкции эти объективы ничем не отличались от разобранной выше конструкции Дагора фирмы Герца, если не считать небольшого повышения их светосилы. В частности серия III Планастигматов Фос имела при угле поля зрения в 75° относительное отверстие 1:6,6 и выпускалась с фокусными расстояниями, лежащими в пределах от 105 мм. до 313 мм. Эти объективы изготовлялись из ввозимого из-за границы оптического стекла и по своему качеству были почти идентичны своему прототипу — Дагору (рис. 34)[1].

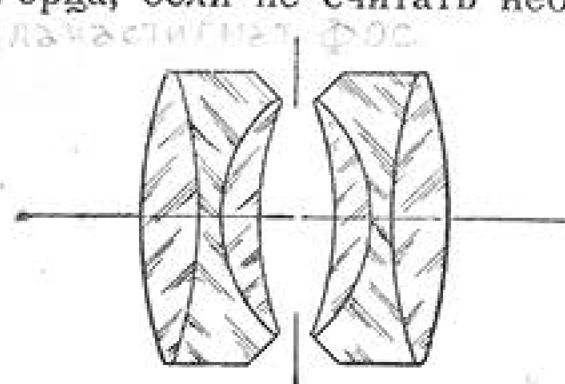


Рис. 34.

Условия капиталистической конкуренции не позволили фирме Фос развить дело фотографической оптики в смысле расширения ассортимента объективов, как по характеру конструкции, так и по роду применения[2]. Беспрерывный приток на русский рынок новых и более совершенных типов фотографических объективов из различных стран парализовал дальнейшее развитие этого производства. С началом же империалистической войны, когда изчезла возможность ввоза относительно дешевой и в то же время доброкачественной продукции германских оптических фирм, для фотографического дела в России наступил чрезвычайно неблагоприятный период.

Годы гражданской войны в особенности показали зависимость нашего фотографического дела от заграничного производства и выявили необходимость создания своей собственной фотопромышленности.

Вполне понятно поэтому, что период социлистического строительства Советского Союза нашел отражение и в развитии нашей фотографической промышленности, в частности в деле организации производства фотографической оптики.

[1] Между прочим Планастигматы Фос этой серии не были свободны от рефлексов.

[2] Фирма Фос существовала с 1900 г. по 1908 г.

Здесь необходимо отметить специфические особенности производства фотографических объективов, в силу которых оно резко отличается от прочих производств.

Конструированию объектива и изготовлению так называемых рабочих чертежей предшествует глубочайшая научно-исследовательская работа, а именно вычисление оптики объектива, которое, в зависимости от характера его конструкции и назначения, ведется месяцами, а в некоторых случаях и годами. Для успешного ведения такой работы требуется наличие целого ряда специальных условий, в числе которых на первом месте должны стоять следующие:

1) Наличие кадров высококвалифицированных оптиков-вычислителей.

2) Наличие широкого ассортимента оптических стекол, и

3) Наличие высококвалифицированных работников по изготовлению и сборке фотографических объективов.

В силу целого ряда условий (секреты фирм-производителей), не представлялось возможным воспользоваться почти столетним опытом заграничной фотографической промышленности. Советский Союз стоял перед необходимостью самостоятельно организовать это высококвалифицированное производство, идя по пути широкой научно-исследовательской работы, как в области стекловарения, так расчета и изготовления фотографических объективов.

В настоящее время можно с уверенностью сказать, что проблема советского производства фотографических объективов в основном разрешена, и честь разрешении этого вопроса принадлежит Всесоюзному объединению оптико-механической промышленности (ВООМП), совместно с Государственным оптическим институтом (ГОИ).

Вполне понятно, что изложенное еще не дает представления о той грандиозной работе, которая проделана и будет производиться дальше нашими научно-исследовательскими учреждениями и предприятиями оптической промышленности.

Поэтому рассмотрение производства фотографических объективов ВООМПом мы проведем в двух направлениях: 1) — суммирование всех типов объективов, расчитанных, изготовленных в опытных образцах, серийное и массовое производство которых освоено к 1934 г., и 2) — рассмотрение задач, поставленных перед ВООМПом[1].

Первый фотографический объектив анастигмат был выпущен ВООМПом в 1929 г. под названием „Ортагоз". Этот объектив (рис. 35) имеет следующую основную характеристику: фокусное

[1] Автор позволяет себе несколько шире осветить вопрос о действительном положении производства фотографических объективов, нежели это требует программа повышения квалификации фоторабoтников, однако многочисленные устные и письменные запросы и тот горячий интерес к советскому производству, который проявляют фотоработники на лекциях, служат основанием для этого.

расстояние равно 13,5 см, при относительном отверстии 1 : 4,5 и угле поля зрения в 55° и при полном отверстии резко кроет по всему полю пластинку размером 9 × 12 см. Объективом Ортагоз снабжены универсальные камеры того же размера „Фотокор № 1“. Представляя собой по существу симметричную конструкцию, Ортагоз относится к группе симметричных несклеенных анастигматов, однако для улучшения даваемого им качества изображения конструкторам пришлось несколько отойти от симметрии. Это обстоятельство еще диктовалось соображениями уменьшения рефлексов в изображении, неизбежно сопутствующих конструкции фотообъективов с отдельно стоящими в оправах линзами.

Принципиально рассуждая, половинками Ортагоза работать можно, однако производить эту работу надо с относительным отверстием не выше 1 : 18, что в большинстве случаев исключает применение их.

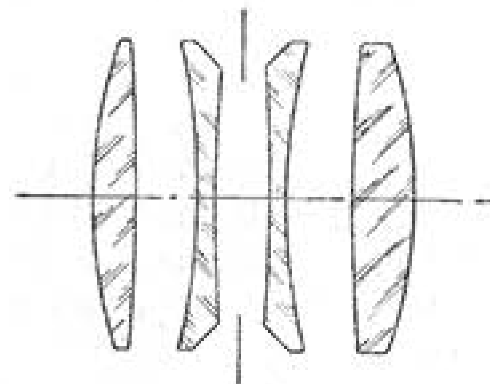


Рис. 35.

Добросовестно изготовленный и правильно собранный Ортагоз по характеру своей работы совершенно не отличается от аналогичных заграничных образцов и поэтому может быть причислен к лучшим фотографическим объективам анастигматам. Работу Ортагоза иллюстрирует фото в приложении XIV.

Здесь необходимо отметить, что производству ВООМПа приходилось преодолевать на каждом этапе невероятные трудности, связанные с освоением массового выпуска фотообъективов Ортагоз. Производился тщательный контроль постоянных характеристик сырья, затем особой проверке подвергались изготовленные из этого сырья оптические детали, как по толщине, так и по радиусам; наконец, сборка и юстировка объективов требовала тщательного анализа и изучения доброкачественности продукции, так, напр., совершенно правильно изготовленный объектив, будучи собранным в оправу, не давал ожидаемого качества изображения. Изучение этого вопроса показало, что механические детали через некоторое время после изготовления подвергаются особым деформациям, вследствие которых объектив теряет свои оптические свойства.

В настоящее время, конечно, все эти явления изучены и недостатки устранены и теперь производство располагает специальбыми оптическими контрольными приборами, позволяющими с особой точностью определить степень юстировки Ортагозов.

Отсюда мы должны сделать поучительный вывод для нашей практики: бережное обращение с фотообъективами и ограничение самостоятельной разборки и сборки их.

Впрочем к этому вопросу мы вернемся впоследствии.

В заключение об Ортагозе можем сказать, что в настоящий момент производство их стоит на совершенно правильном пути, и технические условия на их изготовление полностью осуществляются.

Следующим типом фотографического объектива, изготовляемого на заводах ВООМПа в массовом порядке, является анастигмат „ФК“ со следующими основными данными: при фокусном расстоянии в 50 мм и относительном отверстии 1 : 3,5 этот объектив покрывает размер изображения, равный удвоенному формату кадра кинопленки, а именно 24 × 36 мм, и предназначается для специальных камер „Пионер“, выпускаемых заводами ВООМПа (рис. 36).

Анастигмат „ФК“, выпущенный в конце 1931 г., является первым советским светосильным объективом и по качеству изображения является первоклассным анастигматом. По своей конструкции объектив „ФК“ принадлежит к несимметричным полусклеенным анастигматам и представляет собой классический тип современного объектива, прототипом которого послужил Тессар Цейсса.

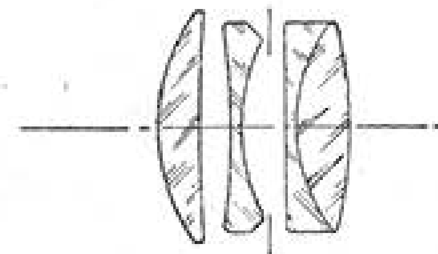


Рис. 36.

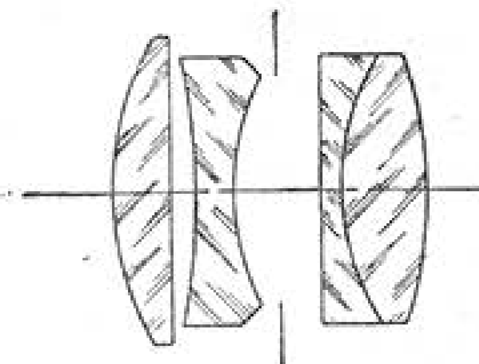


Рис. 37.

Наконец, третьим типом объектива, изготовляемого в массовом порядке, является анастигмат „Индустар“ с фокусным расстоянием в 21 см [1] при относительном отверстии в 1 : 4,5 и покрывает размер изображения в 13 × 18 см (рис. 37). Этот объектив по своей конструкции принадлежит к несимметричным полусклееным анастигматам и, также как и ФК, является равноценным лучшим заграничным образцам, как с точки зрения качества даваемого изображения, так и их разрешающей способности, Таким образом в 1934 г. нашей оптической промышленностью изготовляются следующие разобранные нами три типа объективов анастигматов:

Ортагоз	с F = 135 мм	отн. отв.	1 : 4,5	на размер	9 × 12 см
ФК	с F = 50 мм	„ „	1 : 3,5	„ „	2,4 × 3,6 см
Индустар	с F = 210 мм	„ „	1 : 4,5	„ „	13 × 18 см

[1] Индустар изготовляется также с F = 300 мм и F = 500 мм. В приложении XV фото 1 и 2 иллюстрируют работу Индустара.

Параллельно с освоением массового производства в исследовательских отделах ВООМПа и ГОИ идет упорная работа как по расчету, так и по изготовлению опытных образцов фотографических объективов, причем эта работа ведется в двух разрезах: 1) производится анализ существующих лучших представителей фотографических объективов анастигматов, 2) создаются совершенно новые конструкции, отвечающие всем требованиям нашего соцстроительства и обороноспособности Советского Союза.

Рис. 38.

В соответствии с этими задачами, для проверки качества расчитанных типов фотографических объективов и исследования их свойств, которые не могут быть обнаружены в процессе расчета, в 1934 г. приступлено к изготовлению опытных образцов целого ряда фотографических объективов, главнейшими из коих являются:

1. Триплеты с относит. отв. 1 : 6,3; 1 : 4,8; 1 : 3,5
2. Экстрасветосильный объектив „Калейнар" 1 : 2 (рис. 38)
3. „ „ „Эквитар" 1 : 2 (рис. 39)
4. Широкоугольный „ „Кимар" 1 : 4; 1 : 6,3 (рис. 40) с углом поля зрения в 80° и 100°.
5. Объектив для микрофотографии 1 : 4,5

Из всех перечисленных типов наиболее интересными являются экстрасветосильные фотообъективы анастигматы „Калейнар" и „Эквитар", применение которых потребует от фоторaботников специальных знаний и навыков.

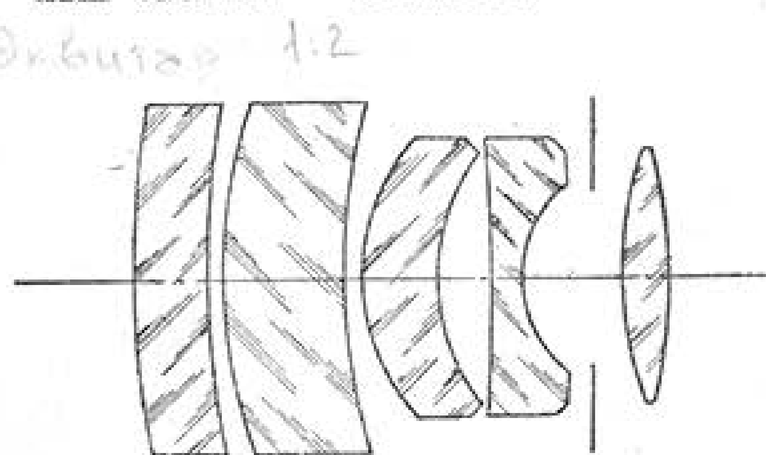


Рис. 39.

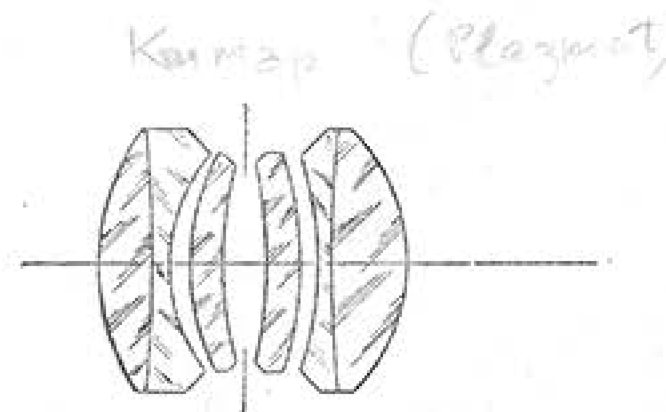


Рис. 40.

Одновременно задачей исследовательских отделов ВООМПа является разработка таких типов фотографических объективов, которые должны быть освоены производством в ближайшем году

и которые полностью удовлетворят растущие потребности Советского Союза.

В эту программу входят следующие фотообъективы:

1. Индустары с относит. отверстием 1 : 4.5; 1 : 3, 5.
2. Калейнары с относит. отверстием 1 : 2,5; 1 : 2; 1 : 1,5.
3. Эквитары с относит. отверстием 1 : 2; 1 :1,5; 1 : 1.
4. Телеобъективы Ортотеляр 1 : 4,5 2-х кратного увеличения.
5. То же „ 1 : 6,3 4-х кратного увеличения.
6. Репродукционные апохроматы.

СПЕЦИАЛЬНАЯ ФОТОГРАФИЧЕСКАЯ ОПТИКА

Объективы для художественной фотографии. Мягкоработающие портретные объективы и подробная характеристика их работы. Телеобъективы с переменным и постоянным фокусным расстоянием. Добавочные или насадочные линзы и, самостоятельный подбор их.

1. ОБЪЕКТИВЫ ДЛЯ ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ФОТОГРАФИИ. МЯГКОРАБОТАЮЩИЕ ПОРТРЕТНЫЕ ОБЪЕКТИВЫ

Прежде чем рассматривать группу фотографических объективов, специально применяемых для целей художественной фотографии, остановимся еще раз на разобранных уже нами портретных объективах и посмотрим, в какой зависимости от них находятся мягкоработающие объективы.

Мы уже отмечали, что специальные портретные объективы были созданы большей частью еще до момента появления анастигмата. Кроме того, выше указывалось, что создание группы портретных объективов диктовалось, главным образом, необходимостью сокращения времени экспозиции в ателье, т. е. повышением светосильности фотографической оптики.

Такое стремление к созданию светосильных портретных объективов, вполне понятно, вытекало из самой фотографической сущности портретной съемки (оставляя в стороне малочувствительность фотографического материала того времени). Действительно, к чему должен стремиться каждый фотограф при съемке портрета? Ответ простой — к максимальному *сходству* портрета с оригиналом. В данном случае следует помнить, что чем короче экспозиция, тем легче достигнуть сходства, так как наилучшие результаты в этом отношении достигаются моментальной съемкой. Таким образом, *требование скорости* вызвало необходимость в специальном объективе для портретной съемки. Уже гораздо позже этот вопрос стали рассматривать с художественной точки зрения.

Появление анастигматов, светосильность которых постепенно возрастала, дало в руки фотографу такой инструмент, при помощи которого он мог получать портретные снимки с равномерно распределенной резкостью как по всему полю, так и в глубину. Для того, чтобы смягчить действие анастигмата и устранить со снимка не-

желательные детали, профессионалу-фотографу пришлось озаботиться введением в свою работу ретуши, при помощи которой снимок иногда до такой степени изменялся, что терял всякое сходство с оригиналом, либо поражал своей „красивостью".

Здесь уместно также добавить, что несмотря на то, что фотографические объективы-анастигматы и представляют собой оптические инструменты со слишком большой разрешающей способностью и интенсивной резкостью, воспроизводящие даже детали, не видимые простым глазом, все же при умелом их использовании они могут дать великолепные снимки, резкость которых не связана с сухостью. В особенности при удачном подборе формата с последующей обработкой позитива (напр. бромойль) могут быть получены такие снимке, которые с художественной точки зрения не оставляют желать лучшего.

Того же результата можно добиться при правильной съемке с последующим увеличением. К анастигматам, наиболее широко использованным для портретных целей, относятся: Гипар Герца с относительным отверстием 1:3; Гелиар Фохтлендера 1:4,5; Икспресс Росса 1:4,5; Плазмат Г. Мейер 1:4,5 и др.

Однако, применение этих объективов для целей портретной фотографии требует безусловно большого опыта и определенных навыков со стороны фотографирующего. Поэтому стремление фотографов-художников, а в особенности большинства фотографов любителей (незнакомых с ретушью), к применению для съемки портрета специального фотообъектива — привело к созданию целого класса так называемых *мягкоработающих объективов*. Собственно говоря, проблема получения художественной мягкости при съемках портрета или пейзажа только в последние годы получила права гражданства, а затем и свое разрешение и именно после того, как была подведена под нее научно-техническая база.

Совсем недавно созданы прекрасные мягкоработающие объективы, которые являются шедеврами художественной съемки. В настоящее время мы можем сказать, что вместо работы целого ряда одиночек экспериментаторов-фотографов и изобретателей — мы имеем теперь прекрасно организованную и правильно поставленную научно-исследовательскую работу. Все трудности, с которыми было сопряжено пользование старинными приспособлениями для мягко-художественной съемки, в последних новых конструкциях отпадают.

Таким образом, переходя к рассмотрению группы мягкоработающих объективов, мы будем помнить, что группа портретных объективов является одним из основных звеньев в истории развития мягкоработающей оптики. Отсюда мягкоработающие объективы особенно ценны при съемке портретов, но могут также применяться для съемки групп, ландшафтов, натюр-морт, зданий и моментальных съемок, когда надо создать художественное впечатление.

Теперь постараемся в кратких чертах определить те принципы которые положены в основу конструирования вообще мягкоработающих объективов, а затем просмотреть ряд конструкций и установить характеристику их работы.

Стремление фотографов получать художественные снимки путем уменьшения резкости и смягчения линий изображения и тем самым получать снимки, близкие к действительности, — наблюдалось еще в раннюю пору существования фотографии. В особенности же эта необходимость в выравнивании резкости по всему полю изображения, а также в глубину, была понятна тогда, когда появились усовершенствованные и светосильные фотографические объективы-анастигматы, давшие максимум резкости изображения в плоскости установки с внезапным переходом к быстро увеличивающейся нерезкости.

Отсюда, задача фотографа художника заключается в том, чтобы при помощи разумно подобранных средств получить на снимке смягчение линий изображения посредством растворения контуров при ясном, определенном рисунке, с таким расчетом, чтобы уже на негативе определилось окончательное будущее изображение. *Последующее ретуширование мыслится только как средство к уничтожению дефектов эмульсии или грубых несоответствий снимка.*

Главными средствами для получения желательной мягкости изображений посредством растворения контуров *считаются* ошибки обыкновенных собирательных линз, а именно *сферическая и хроматическая аберрации.*

Наличие в оптическом приборе сферической аберрации вызывает на снимке нерезкость изображения, происходящую от совмещения резкого основного рисунка изображения с наложенными на каждую точку его кружками рассеяния. Изображение представляет собою как бы контур, окруженный ореолом (сиянием). Благодаря этому обстоятельству исчезает жесткость при сильных световых контрастах и значительно возрастает глубина изображения. Однако применение слишком больших остатков сферической аберрации неизбежно приводит к расплывчатости, изображение лишается четкого рисунка и становится вялым и туманным.

Хроматическая же аберрация вызывает нерезкость совершенно другого характера: благодаря общему смягчению всех линий значительно повышается также и глубина изображения. Однако ошибка хроматизма дает на изображении нерезкость, которая производит неприятное впечатление и ближе всего подходит по своему характеру к снимку, сделанному при намеренно нерезкой установке нормального объектива на матовое стекло. Такой снимок не может быть признан художественным, так как при наличии мягкости в нем не хватает ясного основного рисунка.

Поэтому в хороших мягкоработающих объективах хроматическая аберрация должна быть отграничена очень небольшой безвредной величиной, тогда как сферическая аберрация должна быть сохранена в большей своей части. Таким образом наилучшие результаты могут быть достигнуты при гармоническом совместном действии обеих аберраций: соответствующем дозировании остатков хроматической и сферической аберраций при конструировании мягкоработающих объективов, при этом определяется степень мягкости, причем в основе всегда должен лежать резкий основной рисунок.

Угол изображения всех таких объективов лежит в пределах от 30° до 50°, а потому действие других ошибок, как то дисторсии, комы и астигматизма — почти совершенно не сказывается на снимке.

Относительное отверстие колеблется в пределах от 1:3,5 до 1:5. Здесь необходимо заметить также, что, диафрагмируя мягко работающий объектив, мы тем самым как бы парализуем действие, главным образом, сферической аберрации (срезая крайние лучи) и, например, при диафрагме 1:11 рискуем получить совершенно резкий снимок, ничем не отличающийся от снимка, сделанного нормальным объективом.

Старейшим и все еще применяемым мягкоработающим объективом является обыкновенная собирательная линза (рис. 5), большей частью менискообразной формы.

Как мы уже выше упоминали, такие объективы известны под названием моноклей.

Опытным путем было определено, что все недостатки, которые присущи простым линзам, могут быть с успехом использованы для целей художественной фотографии, если будет взято относительное отверстие в пределах от 1:3,5 до 1:5. В таком случае получается мягкий снимок с прекрасной передачей воздушной перспективы. Поскольку в монокле мы имеем всего только две поверхности, соприкасающиеся с воздухом, и небольшую массу стекла, все снимки, сделанные моноклем, в отличие от других объективов, поражают своей чистотой и блеском.

Монокль чрезвычайно чувствителен к диафрагмированию. Уже при относительном отверстии 1:6 изображение заметно становится сухим и резким, а поэтому монокли обычно применяются с одной, раз на всегда установленной диафрагмой (рис. 2 прилож. I).

Наилучшие результаты в смысле смягчения и равномерного распределения резкости (правильнее сказать — нерезкости) по всему изображению получаются тогда, когда монокль обращен к снимаемому предмету своей вогнутой стороной. В противном случае, т. е. когда к предмету обращена выпуклая сторона монокля, характер снимка меняется, а именно резкость изображения возрастает в центре, при переходе же к краям эта резкость внезапно переходит в нерезкость и далее превращается в полную расплывчатость.

Конечно, как тот, так и другой эффект может быть использован фотографом, но, как привило, все же стремятся к тому, чтобы структура снимка была как можно больше равномерной. Поскольку же кроющая способность монокля невелика, то для достижения такой однородности приходится значительно увеличивать фокусное расстояние моноклей и поэтому при работе с ними рекомендуется придерживаться следующих данных.

Размер изображения	Фокусное расстояние
9 × 12 см	от 24 до 25 см
13 × 18 см	от 36 до 38 см
18 × 24 см	от 48 до 50 см

Как выше уже разбиралось, при работе с моноклями приходится производить поправку фокусной разницы. При наводке на весьма удаленные предметы (или на бесконечность) эта поправка равняется 0,02 или 2% от фокусного расстояния и на такую величину после наводки в направлении к объективу должна быть подвинута задняя стенка фотоаппарата. После такого передвижения должна быть вставлена пластинка и затем уже произведен снимок. Поскольку же в большинстве случаев приходится снимать предметы, расположенные на конечном и даже весьма близком расстоянии от фотоаппарата, поправку приходится соответствующим образом менять, руководствуясь растяжением меха фотоаппарата.

Поправка может быть произведена по следующей формуле:

$$\Delta = \frac{0{,}02 \cdot (b^1)^2}{F}$$

где b^1 — растяжение меха, F — фокусное расстояние монокля.

Тот же результат может быть получен иначе, если по каким либо причинам неудобно или нельзя измерить растяжение меха камеры. В таком случае необходимо знать расстояние от объектива до снимаемой модели:

$$\Delta = \frac{0{,}02 \cdot b^2 \cdot F}{(F - b)^2}$$

где b — расстояние до модели.

В большинстве же случаев для осуществления поправок на химический фокус моноклей существует целый ряд таблиц, из которых наиболее удобной является приводимая ниже. (См. стр. 47).

Поскольку в монокле при полном отверстии сферическая аберрация остается постоянной, а хроматическая в зависимости от поправки—переменной, при хорошем навыке можно добиться замечательной мягкости рисунка и устранить все непригодные и излишние детали на снимке.

Однако, необходимо заметить, что работа с моноклями требует большого опыта и умения, а поэтому рекомендуется при съемке

Таблица поправок фокусной разницы при съемке моноклями

Фокусная поправка (в миллиметрах) в направлении к объективу. На эту величину надо придвинуть матовое стекло после наводки на фокус

Фокусное расстояние объектива (в см)	Растяжение меха (в см): 10	12,5	15	17,5	20	22,5	25	27,5	30	32,5	35	37,5	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	110	120
10	2	3	4	6	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	—	—	3	3	5	7	8	10	12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	—	—	—	—	4	5	6	8	9	11	12	14	16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25	—	—	—	—	—	—	5	6	7	8	10	11	13	16	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	—	—	—	—	—	—	—	—	6	7	8	9	11	13	17	20	24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7	8	9	12	14	17	21	24	28	—	—	—	—	—	—	—	—
40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8	10	12	15	18	21	24	28	32	—	—	—	—	—	—
45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9	11	14	16	19	22	25	29	32	36	—	—	—	—
50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	12	14	17	20	23	26	29	32	36	40	—	—
55	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11	13	15	18	21	23	26	30	33	36	44	—
60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12	14	16	19	21	24	27	30	33	40	48

пользоваться противоореольными ортохроматическими пластинками и одновременно применять светложелтый светофильтр. В таком случае необходимость в поправке отпадает, а кроме того желтый фильтр содействует правильной передаче тонов. Вполне естественно, что экспозиция в таком случае должна соответственно возрасти. На таком принципе устроена мягкоработающая линза Ганса Вессели (Югославия), выпущенная в 1920 г. Она представляет собой обыкновенную менискообразную собирательную линзу, с неподвижным желтым светлым фильтром и имеет относительное отверстие 1:4,5 с длинами фокусных расстояний от 15 до 48 см. При применении светочувствительных пластинок совместно с желтым светофильтром отпадает необходимость в поправке на химический фокус, а, кроме того, на снимке при мягкой нерезкости с разнообразием тонов получается гораздо лучшая передача цветов, чем при обыкновенных условиях.

Для чисто любительских целей можно приобрести в оптическом магазине собирательный мениск — очковое стекло в +5 диоптрий[1], что соответствует фокусному расстоянию в 200 мм.

Обычный диаметр таких стекол 45 мм, поэтому относительное отверстие будет 1:4,5. Таким очковым стеклом, заключенным в самодельную оправу, можно фотографировать, совершенно не употребляя диафрагмы.

Вместо монокля для получения мягкого рисунка может также применяться перископ (рис. 15), у которого обычно удаляется междулинзовая диафрагма и на ее место (или же впереди объектива) помещается желтый фильтр, устраняющий разность фокусов. Таким образом получают удовлетворительный объектив с несколько большей светосилой — относительное отверстие 1:5 — состоящий из двух менискообразных стекол, свободный от дисторсии, но в остальном подобный моноклю.

Такой симметричный перископ можно легко сконструировать самому, установив друг против друга два очковых стекла с одинаковым фокусным расстоянием. Если же возможно заказать мениковые линзы большего диаметра, то одновременно можно увеличить фокусное расстояние линз, а, следовательно, всего объектива, что очень важно для фотографа портретиста.

Нижеприводимая таблица[1] дает необходимые конструктивные данные для составления таких симметричных перископов, причем необходимо помнить, что при диафрагмировании перископа до 1:9 смягчение становится мало заметным. (См. стр. 49).

Можно также соединить два очковых (лучше так называемых пунктальных) стекла и с различными фокусными расстояниями, при-

[1] О диоптриях смотри подробности в разделе „Добавочные линзы".
[1] L. de Pulligny et C. Puyo „Objectifs d' Artiste" 1924 г. стр. 50.

Таблица для составления симметричных перископов

Покрываемый формат	Диаметр линз	Вогнутый радиус	Фокусн. расст. мениска	Фокусн. расст. объект.	Расстояние между линзами
9 × 12 см	42 мм	140 мм	38,2 см	21 см	7 см
13 × 18 „	61 „	202 „	61 „	33 „	11 „
18 × 24 „	81 „	249,5 „	75 „	40,8 „	13 „
24 × 30 „	108 „	353 „	101 „	55 „	17,5 „

чем рекомендуется установить впереди линзу с большим фокусным расстоянием. Так, например, комбинируют два стекла: одно +3 диоптрии с другим +2 диоптрии, получают фокусное расстояние, приблизительно равное 20 см. В особенности благоприятные условия возникают тогда, когда передняя линза имеет в два раза большее фокусное расстояние, чем задняя линза.

Д-р Роберт Мюллер[1] составил нижеследующую полезную таблицу, в которой приведены различные благоприятные комбинации положительных пунктальных менискообразных стекол с соответствующими фокусными расстояниями.

Таблица д-ра Мюллера

Колич. диоптр. в передн. мениске	Колич. диоптр. в задн. мениске	Колич. диоптр. всего объект.	Фокусн. расстоян. объектива	Относит. отверст.
+ 1	+ 5	+ 6	16 см	1 : 4,5
+ 1	+ 3,5	+ 4,5	22 „	1 : 6,1
+ 1	+ 2,5	+ 3,5	29 „	1 : 8
+ 2,5	+ 5	+ 7,5	13 „	1 : 3,7
+ 2,5	+ 3,5	+ 6	16 „	1 : 4,5
+ 3,5	+ 5	+ 8,5	12 см	1 : 3,3

Если придается значение ясности рисунка, то более сильную линзу помещают за, а более слабую перед диафрагмой, причем обе линзы должны быть непременно повернуты своими вогнутыми сторонами друг к другу. Чем больше будет разница в фокусном расстоянии линз, тем сильнее смягчающее действие объектива.

Чтобы при возможно большем отверстии достигнуть возможно более умеренного смягчающего действия, выбирают две линзы

[1] „Photographische Practikum," L. David, 1929 г. стр. 49.

с мало различающимся числом диоптрий, подчеркнутые в таблице. Смягчающее действие регулируется диафрагмой. Желтый светофильтр, также как и в случае монокля, употребляется с противоореольными ортохроматическими пластинками.

В последние годы оптическая фирма Фохтлендер выпустила мягко рисующие объективы под маркой W. Z (или Weich-Zeichner — мягкорисующий), специально предназначенные для производства мягких увеличений с резких негативов. Как видно из рис. 3 прил. 1, эти объективы представляют собой симметричные перископы с сравнительно малым междулинзовым промежутком. Они изготовляются с фокусным расстоянием 180 мм и имеют приблизительное относительное отверстие 1:5. Степень мягкости регулируется диафрагмой: уменьшая ее, можно получить полную резкость.

Первые опыты по конструированию неахроматических мягкоработающих объективов были проведены художниками: Пюллиньи во Франции и Бергхеймом в Англии. Объектив Бергхейма был изготовлен Далльмейером в 1896 г. Эта группа объективов известна под названием *Анахроматов*.

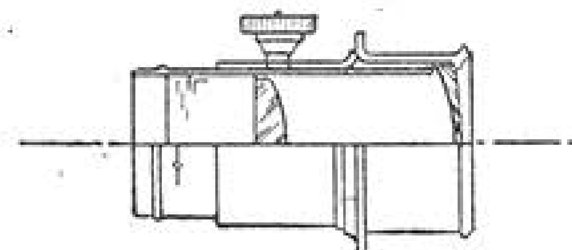


Рис. 41.

Объектив Пюллиньи состоял всего из двух линз: плоско выпуклой и плоско вогнутой, заключенных в оправу на некотором расстоянии друг от друга. При изменении расстояния между линзами изменялось фокусное расстояние всего объектива в частности от 40 до 65 см, а также, следовательно, и величина изображения. Объектив Далльмейера-Бергхейма (рис. 41) по конструкции схож с объективом Пюллиньи, но только плоско-вогнутая линза у него заменена рассеивающим мениском. Как показывает теория и практика, такая оптическая система из двух простых неахроматизированных стекол с идентичною кривизною радиуса, если при этом линзы расположены близко друг от друга, имеет весьма малые полевые ошибки, а, следовательно, равномерно расположенная смягченная резкость производит на снимках художественный эффект.

Однако оба упомянутых объектива не смогли разрешить проблему художественной фотографии. Этому препятствовали, помимо более глубоких причин, чисто технические недостатки их, а именно: малая светосильность этих объективов, наличие хроматической поправки их громоздкость, сложность в обращении и т. д.

Собственно же мягкоработающие объективы начали впервые конструироваться и применяться в США еще в начале нашего столетия[1]. Определенно известно, что идею мягкоработающего

[1] Г. Кюн в своей книге „Zur photographische Technik" относит начало к 1897 г.

объектива воплотил бостонский оптик Генри С. Смит. Свои объективы Смит назвал полуахроматами (Semiachromatic lenses). Эти объективы имели относительное отверстие 1:6 и предназначались, главным образом, для съемки портретов. Полуахромат Смита в сущности по конструкции представляет собой тот же собирательный мениск, склеенный из двух линз (по форме подобный рассмотренным выше ландшафтным линзам). Вся суть заключается в том, как он коррегирован: хроматические ошибки устранены настолько, чтобы разность фокусов не наблюдалась, а лишь происходило смягчение рисунка. Зато сохранены в сильной степени ошибки сферической аберрации, благодаря чему снимки, снятые линзой Смита, поражают своей лучезарностью. Благодаря допущению больших ошибок сферической аберрации в своем объективе, Смиту удалось значительно выравнять поле изображения и в то же самое время увеличить глубину снимка.

Полуахроматы Смита изготовлялись с фокусными растояниями от 20 см. и выше.

По принципу смитовских линз изготовляется также, например, американской оптической фирмой Гандлеча (Gundlach) ахроматическая менисковая портретная линза с относительным отверстием 1:6, изображенная на рис. 4 прил. I. О работе аналогичного объектива Далльмейера „Софт-фокус ленз" дает представление фото прил. III.

Значительным достижением был выпуск французской оптической фирмой Флери Гермажис мягкоработающего объектива, известного впоследствии под названием Ейдоскопа.

Этот объектив также был построен на принципе использования остатков сферической аберрации, но в то же самое время не имел дисторсии и обладал ровным полем изображения. Ейдоскоп был выпущен с относительным отверстием 1:5 и изготовляется до настоящего времени с фокусными расстояниями в пределах от 15 до 63,5 см. По своей конструкции Ейдоскоп представляет симметричный дублет[1] с несколько крутыми радиусами и значительным междулинзовым промежутком. Последнее обстоятельство ограничило применение этого объектива в настоящее время, а кроме того появление на рынке новых, более совершенных компактных объективов, в частности в Германии, привело к тому, что Ейдоскопы стали реже встречаться в ателье фотографов. При работе с Ейдоскопом поправки на разность фокуса делать не надо. Диафрагмируя объектив, т. е. срезая крайние лучи, тем самым уменьшаем смягчающее действие Ейдоскопа и можем получить нормальные резкие снимки.

Примерно на таком же принципе построен современный мягкоработающий анасферический объектив Пиктор итальянской опти-

[1] Объектив, состоящий из двух ахроматов.

ческой фирмы Маркуччи (рис. 5 прил I). Он также представляет собой по конструкции дублет и, имея относительное отверстие 1:4,5 при фокусном расстоянии в 320 мм, покрывает формат от 13 × 18 до 18 × 24. Объектив Пиктор изготовляется только с двумя фокусными расстояниями в 320 и 460 мм. Той же фирмой изготовляется мягкоработающий объектив Глифор с отн. отв. 1:5 и фокусн. расст. 330 мм, 400 мм и 550 мм для форматов от 13 × 18 см до 24 × 30 см.

Рассмотрим теперь конструкции мягкоработающих объективов, появившиеся за последние годы. В большинстве случаев эти объективы являются уже совершенными инструментами и появление их равносильно появлению анастигматов в 90-х годах прошлого столетия. К таким инструментам мы относим мягкоработающие объективы Буш-Першейда, Верито-Воллензака и Кюн-Стебле, которые мы рассмотрим немного ниже.

Одним из оригинальных современных объективов является мягкоработающий объектив Колор французской фирмы Сом-Бертио, вычисленный д-ром Полак (рис. 6 прил. I). Этот объектив, названный Гиперхроматом, вполне коррегирован сферически, но его хроматическая аберрация наоборот усилена. При конструировании этого объектива д-р Полак исходил из особенностей устройства человеческого глаза и самого процесса видения. Действительно, когда мы рассматриваем оптическое строение человеческого глаза, которое, как нам известно, обладает большим полезным отверстием, нам бросается в глаза полное отсутствие всякого устроства для коррегирования хроматической аберрации, тогда как на лицо имеются все элементы, необходимые для сферического коррегирования.

Поэтому хроматизм глаза играет значительную роль в процессе видения, он смягчает контуры, разлагает цвета, усиляет контрасты и способствует восприятию воздушной перспективы.

Поскольку в Колоре для достижения мягкости использована хроматическая аберрация, с этой стороны он подобен анахроматам и нуждается, после наводки по матовому стеклу, в соответствующей поправке на разность фокусов. Это обстоятельство, вследствие сложности подобного рода поправок, несколько снижает ценность данного прибора. С другой же стороны необходимо отметить, что этот объектив Колор отличается от анахроматов по своей работе тем, что во всех остальных отношениях он является строго коррегированным объективом и поэтому самостоятельное использование хроматической аберрации для целей смягчения рисунка в данных условиях возможно. После вышеприведенных рассуждений не трудно догадаться, что применение панхроматических или ортохроматических пластинок с соответствующими фильтрами может значительно упростить работу с Колором.

Гиперхроматические объективы Колор имеют относительное отверстие 1:4 и выпускаются с фокусными расстояниями от 85 до 750 мм. При этом, например, Колор 1:4 с фокусным расстоянием в 150 мм покрывает размер изображения на пластинку 9 × 12 см.

Особую известность и широкое распространение за последние годы получил очень хороший американский мягкоработающий объектив Верито фирмы Воллензак. В данной конструкции также положен в основу принцип неполного коррегирования оптической системы, которая вследствие дозирования сферической и хроматической аберрации дает резкий основной контур снимка и в то же самое время не воспроизводит всех мелких подробностей,

Верито представляет собой двойной объектив, передний элемент которого состоит из простого мениска, тогда как задний элемент комбинации представляет собою ахроматически коррегированную двойную линзу также в форме мениска (т. е. ахромат). Конструкция этого объектива довольно компактная, что видно из рис. 1 прил. II, на котором изображен внешний вид мягкоработающего объектива Верито. Фото 2 прил. IV дает образец работы этого фотообъектива.

Поскольку у него задняя линза ахроматична, она может быть применена в качестве самостоятельного объектива с приблизительно двойным фокусным расстоянием. Следует особенно отметить, что объектив Верито, благодаря своей задней линзе, коррегирован хроматически в достаточной степени и у него только недокоррегирована сферическая аберрация.

Здесь необходимо заметить, что наводка на фокус объективов с остатками сферической аберрации — дело не легкое, и поэтому от отсутствия навыка в этом направлении могут получиться неблагоприятные результаты съемки. Одним из хороших способов является наводка по всему изображению для получения наилучшего впечатления, для чего рекомендуется наблюдать изображения на матовом стекле с некоторого расстояния. В особенности это относится к объективам Верито. При полном отверстии 1:4 объектив Верито обладает значительной глубиной изображения. Резкость также может регулироваться диафрагмой и, например, при 1:11 следов мягкости уже совершенно не остается.

Все технические данные, касающиеся мягкоработающих объективов „Верито“, помещаются в нижеприводимой таблице.

Переходя к рассмотрению образцов мягкоработающих объективов, изготовленных германскими оптиками, необходимо затронуть ряд чисто принципиальных вопросов. Если просмотреть большинство фотографий, сделанных французскими и в особенности американскими мастерами фотографического дела, то наряду с высокохудожественными снимками, сделанными только что разобранными объективами, мы увидим целую серию снимков настолько расплывчатых, нерезких, а в некоторых случаях недоброкачественных и с художествен-

№№ фирмы	Размер изображения	Относит. отв.	Фокусное расстояние	
			Всего объект.	Задней линзы
A	8×10,5 см	1:6	12,5 см	25 см
B	9×12 „	1:6	16,5 „	35 „
2	10×15 „	1:4	18,5 „	28 „
3	13×18 „	1:4	22 „	35 „
4	18×24 „	1:4	29 „	50 „
5	24×30 „	1:4	37 „	61 „
7	30×40 „	1:4	45 „	76 „

ной точки зрения, что они, естественно, произведут отталкивающее впечатление, хотя мы и будем знать, что они сделаны только что упомянутыми объективами.

Трудно подыскать термин, чтобы охарактеризовать ту мягкость в снимке, которую допускают высоко квалифицированные фотографы; единственным близко подходящим может быть несколько парадоксальный термин — *„твердая мягкость“*. И надо отдать справедливость, искания германских оптиков совместно с фотографами привели к блестящим результатам. Так, например, мягкоработающий объектив, расчитанный и изготовленный в 1922 г. фирмой Буша по указаниям, данным известным Берлинским фотографом Николой Першейдом, получил мировую известность и широчайшее распространение под названием Буш-Першейд.

Этот объектив сконструирован по принципу симметричного апланата Штейнгеля, т. е. состоит из двух пар склеенных линз, разделенных между собой диафрагмой (рис. 16).

В данном случае также был применен принцип использования остатков хроматической и сферической аберрации, причем необходимо здесь отметить, что во время конструирования работа оптика-вычислителя была тесно увязана с работой фотографа-практика. Исследованию подвергались симметричные перископы Штейнгеля в зависимости от фокусного расстояния, формата изображения и расстояния, с которого рассматривается снимок. В результате были определены границы, в которых должна лежать приемлемая мягкость снимка, базируясь на размере кружков рассеяния, образуемых таким объективом, совокупность которых, совместно с резким основным контуром, создает нам впечатление художественной мягкости. При полном отверстии такого объектива кружок рассеяния должен был иметь диаметр в 0,5% от фокусного расстояния, что и было принято за основу. Одновременно было установлено, что диаметр этого кружка не должен был опускаться ниже 0,25% от фокусного расстояния, дабы сохранилось на снимке нужное смягчение. Благодаря тому, что ошибки этих объективов были ограничены вышеупомянутыми величинами, линии рисунка остаются определенными и ясными, а снимок не производит вялого или через чур мягкого впечатления. Кроме того объектив Буш-Першейда, при наличии хорошо выравненного поля изображения, вследствие чего мягкость распределяется равномерно по всей поверхности изображения, имеет большую глубину. Характер его работы таков, что получаемые снимки напоминают работу моноклей с гораздо меньшим относительным отверстием. Разница заключается в том, что у монокля нет достаточного диапазона: как только увеличивается относительное отверстие его, действие сферической аберрации становится настолько сильным, что изображение совершенно расплывается. Объектив же Буш-Першейда“ не допускает чрезмерного увеличения кружков рассеяния, даже при переходе к полному отверстию. Уменьшение отверстия диафрагмы понижает, конечно, смягчающее действие объектива и повышает резкость изображения. При диафрагме 1:10 резкость приблизительно равна резкости обычного апланата. Таким образом излишнее диафрагмирование не рекомендуется, так как свойственные объективу сферические ошибки и без того не велики.

Применение светофильтра и цветочувствительных пластинок осуществляет правильную передачу тонов, а художественная мякость делает излишней ретушь. Изображенный на рис. 1 прил. IV снимок дает представление о характере работы объектива Буш-Першейд.

Необходимо здесь также отметить, что работа с этим объективом не так проста, и все сказанное выше, в частности в отношении особенностей наводки на фокус, в полной мере приложимо к объективу Буш-Першейд.

Характеристика выпускаемых фирмой Буш объективов сведена в нижеследующую табличку.

Объективы Буш-Першейда

Фокусн. расст. в см	Диаметр линз в мм	Относ. отвер.	Покрываемый формат изображения в см	Предназначается для
7,5	23	1:3,5	1,8 × 2,4	Кино съемок
16,5	29,5	1:6	9 × 12	Съемок ландшафтов
18	32	1:6	10 × 15	Съемок ландшафтов
21	48	1:4,5	9 × 12 до 10 × 15	Съемки ландшафт. и портретов
30	69	1:4,5	9 × 12 до 12 × 16	Съемки ландшафт. и портретов
36	83	1:4,5	12 × 16 и 13 × 18	Съемок портретов в ателье при дневном и искусственном освещении
42	96,5	1:4,5	13 × 18 до 18 × 24	Съемок портретов в ателье при дневном и искусственном освещении
48	108	1:4,5	18 × 24	Съемок портретов в ателье при дневном и искусственном освещении
60	112	1:5,5	24 × 30	Съемок портретов в ателье при дневном и искусственном освещении

Просматривая в этой табличке технические данные, мы заметим, например, что объектив с фокусным расстоянием в 21 см покрывает размер 9 × 12 см. Поскольку этот размер является чрезвычайно распространенным, то естественно, что такой большой диаметр линз, а следовательно диаметр оправы, еще больше может быть с трудом использован в существующих конструкциях фотографических аппаратов, если оправа объектива будет нормальной. Учитывая это обстоятельство, фирма Буш выпустила эти объективы в специальных оправах, которые могут быть ввинчены в тот или иной диаметр затвора или кольца. На рис. 2 прил. II как раз и изображена такая оправа с двумя наружными резьбами для объектива с $F = 21$ см, предназначенного или к фото-аппарату размером 9 × 12 или 10 × 15 см. Почти одновременно в Англии оптической фирмой Даллмейер был выпущен аналогичный мягкоработающий объектив под названием Мутак с относительным отверстием 1 : 4,5. Внешний вид его изображен на рис. 3 прил. II. Этот объектив также обладает прекрасными свойствами, которые получены как результат многолетней специализации этой фирмы в области портретных и мягкоработающих объективов. Основное отличие его от объектива Буш-Першейд заключается в том, что можно пользоваться его половинками по отдельности. Мутак выпускается с двумя фокусными расстояниями, причем объектив сконструирован так, как это показывает приводимая табличка.

№№ п/п	Фокусное расстояние			Покрываемый размер
	Всего объектива	Передней половины	Задней половины	
1	15 см	30 см	22,5 см	8 × 10 см
2	22,5 „	45 „	34 „	12 × 16,5 „

Описанные до сих пор мягкоработающие объективы, несмотря на общую основную идею, заметно отличаются друг от друга по своим свойствам.

Совершенно новый способ использования аберраций был разработан Генрихом Кюном и воплощен в объективе, вычисленном и построенном в 1929 г. германской оптической фирмой д-ра Ф. Стебле. Объектив этот носит наименование Анахромата Кюна. В данном случае также была произведена большая исследовательская работа по испытанию фильтрокоррегированных собирательных менисков, совместно с особыми диафрагмами, после чего было приступлено к конструированию объектива. Конструкторы ставили задачей создать объектив, правильно воспроизводящий пространственное положение отдаленного объекта. Анахромат Кюна не дает сильной нерезкости, но смягчает общие нарушающие впечатление детали. Полезный угол изображения велик, выравнивание поля зрения значительно, ясность рисунка простирается на необычайную глубину. Изображения получаются исключительно яркими.

Однако, главной отличительной чертой этого объектива является сохранение своеобразно-приятного характера снимков при *любом диафрамировании*. Это свойство совершенно не присуще всем другим мягкоработающим объективам и пока является непроверенным, так как в распоряжении автора подобного объектива еще не было, вследствие чего суждение приходится строить исключительно по скудным материалам, опубликованным в периодической печати.

Сравнительно недавно оптическая фирма Фохтлендер выпустила в продажу своей „Универсальный Гелиар“ с перемещаемой средней линзой. В нормальном положении этот объектив работает как обычный Гелиар. Вращая переднюю оправку (рис. 4 прил. II) и тем самым перемещая среднюю рассеивающую линзу, мы можем достичь любой степени мягкости снимка. Относительное отверстие этого объектива 1 : 4,5. Фокусное расстояние от 30 см до 48 см. Характер работы такого объектива показан на фото прил. V.

Наконец, необходимо подчеркнуть, что вопрос художественного снимка решает *только мягкоработающий объектив*, а все остальные являются паллиативом. Все же наиболее заслуживающие внимания дополнительные приспособления к анастигматам, хотя бы и кратко, но мы их рассмотрим.

Добавочные приспособления существуют в виде разнообразных приставок и насадок спереди или сзади объектива с тем, чтобы расстроить в нужных размерах действие жестко-работающего анастигмата.

Работа этих приспособлений основывается на диффузии и дифракции света, которых можно достичь, если на пути лучей, идущих в объектив, поместить либо шелковые, либо металлические сетки (рис. 5 пр. II), либо прозрачные материалы, обработанные одним из нижеследующих способов:

1. При помощи алмаза на стекло наносится соответствующая сетка, пройдя которую, лучи раздробятся и дезорганизованно попадут в объектив. В таком случае на снимке не получится четкого рисунка, а мы будем иметь своего рода сдвиг контуров, что создаст впечатление мягкости.

2. При помощи прессовки чистой желатиновой массы в соответствующие фигуры (способ Кодака) на стекле (рис. 42); благодаря выпрессованным желобкам произойдет частичное рассеивание световых лучей, которые дадут на основном контуре снимка нужное смягчение. В зависимости от характера сетки диффузионных дисков

можно добиться или равномерного смягчения по всему полю снимка, либо большой краевой нерезкости.

Совершенно на другом принципе построена работа моллярных линз Герца. Они, с конструкторской точки зрения, представляют собой пару линз — плоско-вогнутую и плоско-выпуклую — склеенных таким образом, что в результате получается плоско-параллельная пластинка (рис. 43), которая обычно помещается перед объективом. Сорта оптических стекол подобраны так, что поверхность склейки внутри моллярной линзы совершенно не действует только на наиболее активно-действующие на пластинку синие—актинические лучи, давая тем самым возможность образования основного скелета изображения; в то же самое время эта линза производит дезорганизацию в ходе лучей других цветов, которые после прохода через объектив в плоскости изображения дадут множество кружков рассеяния. Эти кружки рассеяния, накладываясь на основной контур, образованный синими актиническими лучами, произведут нужное смягчение и придадут снимку художественную мягкость. Благодаря правильному распределению действия цветных лучей, на снимках значительно повышается глубина изображения. На рис. 44 графически показана работа моллярной линзы. Работа с моллярными линзами

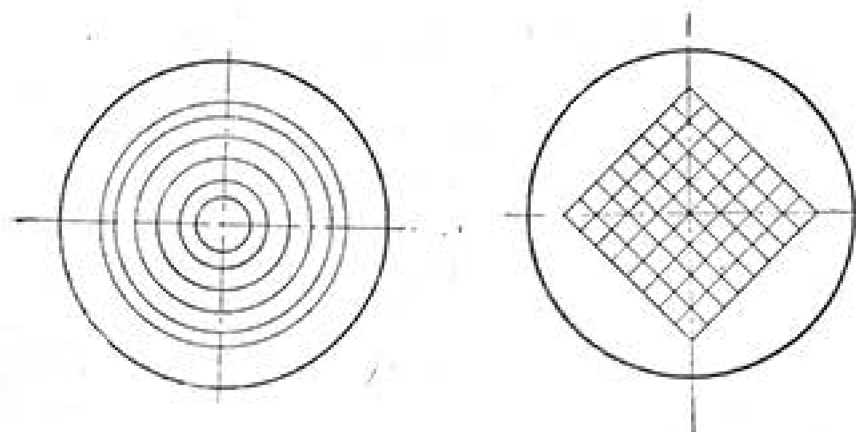


Рис 42.

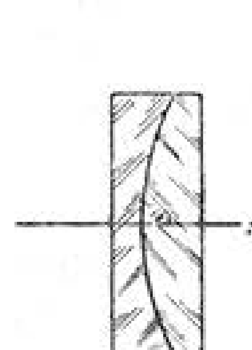


Рис. 43.

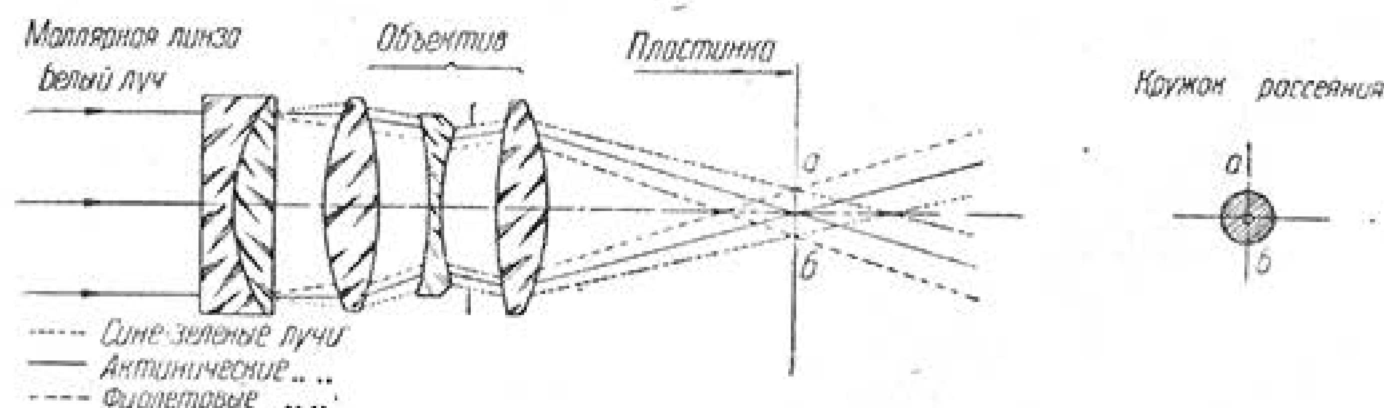


Рис. 44.

чрезвычайно проста: сперва производят наводку анастигмата, как это делают обыкновенно, на резкость и только перед самой съемкой моллярную линзу ставят впереди объектива. Наблюдая на матовом стекле изображение, мы можем решить, достаточна ли для нас мягкость, даваемая моллярной линзой, в противном случае берем моллярную линзу с другой степенью мягкости.

В приложении VI изображен портрет в трех видах, снятый обычным анастигматом, затем тем же объективом с моллярной линзой Герца и, наконец, тем же объективом с линзой, изготовленной по способу автора [1].

2. ТЕЛЕОБЪЕКТИВЫ С ПЕРЕМЕННЫМ И ПОСТОЯННЫМ ФОКУСНЫМ РАССТОЯНИЕМ

Совершенно особую группу объективов для фотографической портретной съемки представляют собой так называемые телеобъективы [2]. Под телеобъективами мы будем понимать такие оптические системы, которые состоят из *собирательного* переднего элемента (или телепозитива) и *рассеивающего* заднего элемента (или теленегатива), расположенных на относительно большом расстоянии друг от друга. Преимущество этой конструкции заключается в том, что оптический центр у нее лежит обычно впереди системы (на рис. 45 точка O), а выше упоминалось, что от оптического центра до фокуса системы отсчитывается фокусное расстояние. Таким образом преимущество телеобъективов перед обычным объективом будет заключаться в том, что при наличии большего фокусного расстояния (а следовательно на снимке будет получаться крупное изображение) растяжение меха будет незначительным. Отсюда телеобъективы с большим фокусным расстоянием могут применяться на малых камерах, в то время как с обыкно-

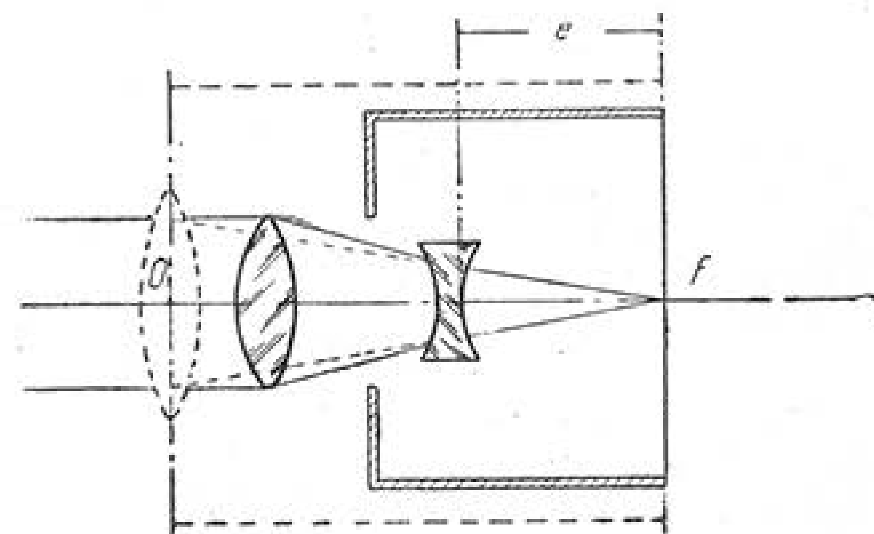


Рис. 45.

[1] Снимки сделаны кино-оператором Ленкинофабрики Роскино А. Н. Москвиным и представляют собою увеличения с кадра.

[2] Основное применение телеобъективов—съемка весьма удаленных объектов.

венным длиннофокусным объективом нам потребовалась бы камера с большим растяжением меха, (так, например, к камере 9 × 12 см, у которой обычный фотообъектив анастигмат имеет фокусное расстояние 13,5 см, вполне подходит телеобъектив с $F = 27$ см и при этом не требуется никакого дополнительного растяжения), т. е. отсюда можно сделать вывод, что к камерам с определенным растяжениям меха могут быть приспособлены телеобъективы с *удвоенным* фокусным расстоянием против обычного.

Первоначально телеобъективы делались составными: теленегатив или рассеивающая система обычно состояла из двух или трех склеенных между собою линз возможно большего диаметра, которая соединялась с телепозитивом собирательной системы (например обычный анастигмат) с относительным отверстием не больше 1 : 4,5.

Несмотря на кажущееся преимущество такого составного телеобъектива, а именно путем добавления уже к имеющемуся в фотоаппарате объективу анастигмату трубки с теленегативным (рассеивающим) элементом (рис. 1 прил. VII), — распространение его в практике фотографа встретило трудности, объясняющиеся, главным образом, его небольшой светосилой, требующей долгой экспозиции.

Изменяя расстояние между собирательными и рассеивающими элементами телеобъективов, мы будем тем самым изменять фокусное расстояние системы, а следовательно, и величину изображения. Однако, из-за плохого качества изображения на краях снимка, в настоящее время отказались от составных телеобъективов *с переменным фокусным расстоянием.*

Здесь необходимо заметить, что телесъемки могут производиться только при применении хорошего очень устойчивого штатива, а кроме того при съемках, требующих очень продолжительной экспозиции, необходимым условием является спокойствие воздуха, в противном случае снимок будет туманным. Поэтому, стремясь повысить светосильность телеобъектива и улучшить качество его работы, в последние годы оптические фирмы стали выпускать телеобъективы *с постоянным фокусным расстоянием* и, следовательно, жесткой конструкцией, которые в пределах небольшого угла изображения можно было назвать телеанастигматами. Характерным представителем таких телеобъективов являются „Бис-Теляр Буша“ (рис. 2 прил. VII) и „Теле-Тессар Цейсса“ (рис. 3 прил. VII).

Техническая характеристика этих телеобъективов приводится в следующей таблице.

Данные телеобъективов Бис-Теляр Буша

Фокусное расстояние	200	270	340	400	550	(мм)
Предназнач. для пластинок	6 × 9	9 × 12	10 × 15	13 × 18	18 × 24	(см)
Относит. отверстие	1 : 7	1 : 7	1 : 7,5	1 : 7,7	1 : 7,7	
Растяж. камеры, измерен. от последней поверхности объект.	105	140	180	210	290	(мм)

Данные телеобъективов телле-тессар Цейсса

Фокусн. расстоян.	120	180	250	320	400	(мм)
Предназн. для пласт.	4,5 × 6	6 × 9	9 × 12	10 × 15	13 × 18	
Относит. отверст.	1 : 6,3	1 : 6,3	1 : 6,3	1 : 6,3	1 : 6,3	
Растяжен. меха	72	110	150	190	240	(мм)

Поскольку телеанастигматы при наличии большого фокусного расстояния обладают малым углом изображения (так, например, Теле-Тессар имеет угол изображения, равный 33,5°), они с успехом могут быть применены для целей портретной съемки. Однако в практике фотографа они еще широко не использованы из-за сравнительно слабой светосильности и только в последние годы, когда стали появляться более светосильные телеобъективы, двинулось вперед и дело их применения для портретной и репортерской съемки.

Необходимо также иметь в виду, что всем телеобъективам в большей или меньшей степени свойствен недостаток дисторсии, т. е. искривление прямых линий по краям изображения, которое особенно заметно при архитектурных съемках и практически не играет роли при съемках портретов.

Здесь, кроме того, необходимо заметить об особом преимуществе телеобъективов перед обыкновенными портретными объективами, а именно: благодаря особенности своей конструкции, телеобъективы дают снимки *более правильные с точки зрения перспективы.* Эта разнипа имеет особое значение для портретных съемок. При портретных съемках короткое фокусное расстояние обыкновенных объективов вызывает слишком большое приближение к снимаемому объекту, вследствие чего объект, хотя и получается крупным на снимке, но зато снимок окажется полным перспективных искажений и потеряется сходство с оригиналом. Фото прил. VIII достаточно наглядно иллюстрирует изложенное.

Итак, телеобъективы являются своеобразными оптическими инструментами для получения изображений крупного размера при малом растяжении меха и с успехом могут быть применены в тех условиях, при которых съемка обыкновенными объективами-анастигматами была бы бесцельной.

Могут быть, конечно, возражения, что телеобъективы не нужны, так как последующим увеличением можно получить изображение любого размера; но это не так, — зерно бромосеребряной эмульсии ставит пределы увеличению, поэтому, если будем увеличивать снимок, сделанный телеобъективом, мы всегда будем иметь в два или три раза большее увеличение против возможного увеличения снимка, сделанного простым объективом.

С другой стороны никаким увеличением нельзя получить того результата, который дает телеобъектив при съемке.

Фото приложения IX в достаточно наглядно иллюстрирует изложенное: один снимок сделан обыкновенным анастигматом с $F =$

= 18 см, второй — с того же самого места телеобъективом Даллмейера Адон.

Таким образом преимущества и особенности телеобъектива бесспорны.

Наконец, качество изображения, даваемого телеанастигматами, с оптической точки зрения несравненно выше, чем качество изображения, получаемого при помощи так называемых дополнительных линз и то при относительно сильном диафрагмировании.

3. ДОБАВОЧНЫЕ ИЛИ НАСАДОЧНЫЕ ЛИНЗЫ

Как уже мы выше рассмотрели, преимущество двойного симметричного анастигмата, по сравнению с несимметричными системами, состоит в том, что его передняя или задняя половинки могут применяться в качестве самостоятельного длинно-фокусного объектива на фотокамерах с двойным растяжением меха. Однако, симметричные объективы обладают сравнительно небольшой светосилой (в среднем относительное отверстие будет равно 1 : 6,8).

В несимметричных конструкциях, к которым принадлежат, например, Триплет, Тессар, Гелиар, Икспресс и др., благодаря отказу от симметрии, удалось значительно улучшить коррекцию объектива и поднять его светосилу. Значение несимметричных конструкций возрасло в особенности после того, как были выпущены так называемые *добавочные линзы*. Последние представляют собою слабо рассеивающие или собирательные отдельные линзы в форме менисков, обладающих свойством в соединении с нормальным фотографическим объективом соответственно удлинять или укорачивать фокусное расстояние этого объектива, а следовательно дают возможность получать одним и тем же объективом снимки большего или меньшего масштаба. Схематический рис. 46 показывает действие таких добавочных линз — менисков.

Рассмотрим теперь теоретическую сторону этого дела и познакомимся с элементарными расчетами, необходимыми для правильного использования добавочных линз.

Фокусное расстояние системы, состоящей из двух оптических элементов, в оптотехнике выражается следующей формулой:

$$\frac{1}{F}=\frac{1}{f_1}+\frac{1}{f_2}-\frac{e}{f_1 f_2} \qquad (1)$$

где: F — фокусное расстояние всей системы (в нашем случае объектива с добавочной линзой),

f_1 — фокусное расстояние объектива,

f_2 — фокусное расстояние добавочной линзы,

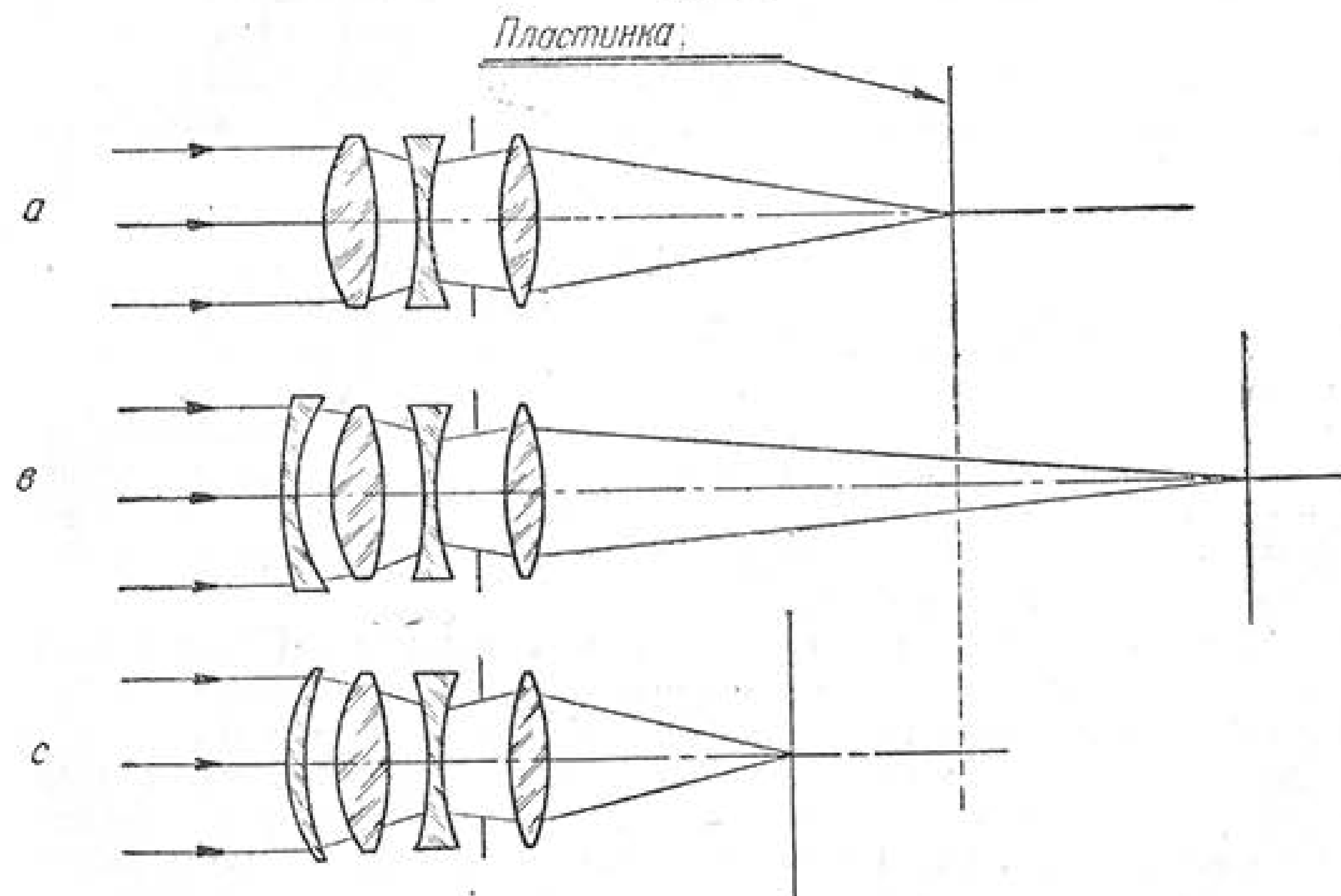
e — расстояние между ними.

Поскольку добавочные линзы насаживаются на объектив почти вплотную, то следовательно e можно принять равным нулю, и тогда формула (1) будет иметь следующий вид:

$$\frac{1}{F}=\frac{1}{f_1}+\frac{1}{f_2} \qquad (2)$$

После некоторых преобразований, из этой формулы мы можем определить величину f_2, которую нам и надо знать при подборе добавочной линзы, а именно:

$$f_2=\frac{Ff_1}{f_1-F} \qquad (3)$$



a — ход лучей через объектив
b — „ „ „ „ с линзой для удлинения фокусного расстояния
c — „ „ „ „ „ „ „ укорачивания фокусного расстояния

Рис. 46.

Сделаем пример: имеется фотографический объектив с фокусным расстоянием $f_1 = 21$ см, желаем увеличить фокусное расстояние до $F = 36$ см. Каково будет фокусное расстояние добавочной линзы?

Применяем формулу (3), подставляя необходимые данные,

$$f_2=\frac{36\cdot 21}{21-36}=\frac{756}{-15}=\frac{252}{-5}=-50 \text{ см}$$ [1]

[1] При действиях с отрицательными числами поступаем также, как с обыкновенными числами, только везде, где надо, указываем знак минуса.

Итак в нашем примере мы получим отрицательное число —50 см. *Знак минус* нам *показывает, что* для удлинения фокусного расстояния *добавочная линза должна быть рассеивающей*, а ее фокусное расстояние должно равняться 50 см.

Однако здесь необходимо заметить, что одиночные линзы, на подобие очковых стекол, которые с успехом могут служить в качестве добавочных линз, обычно измеряются в специальных единицах, называемых *диоптриями*.

Диоптрией называется оптическая сила линзы, фокусное расстояние которой равно одному метру.

Единица оптической силы линзы диоптрия обычно означается буквой D, впереди которой ставится знак минус (—), если линза рессеивающая, или знак плюс (+), если линза собирательная.

Математическое изображение диоптрии выражается следующей формулой:

$$D = \frac{1}{F} \tag{4}$$

т. е. диоптрия является величиной, обратной фокусному расстоянию линзы.

Такое выражение целесообразнее уже по одному тому, что с увеличением числа диоптрий сила линзы увеличивается, в то время, как нам известно, при выражении через фокусное расстояние, у нас происходит явление обратное: фокусное расстояние линзы, напр., уменьшается, а сила ее возрастает.

Необходимо здесь же отметить, что формула (4) выражена в метрах; при вычислении же с другими размерами надо учитывать это обстоятельство и вводить соответствующие поправки.

Поясним сказанное примером: выше мы установили, что для удлинения фокусного расстояния до 36 см необходима добавочная линза с $f_2 = -50$ см. Спрашивается теперь, сколько же диоптрий содержит эта линза? Ответим на этот вопрос расчетом: фокусное расстояние добавочной линзы выражено в сантиметрах, следовательно формулу (4) мы приведем в такой вид:

$$D = \frac{100}{f_2}$$

и, подставляя значение f_2, получим $D = \frac{100}{-50} = -2$ диоптрии.

Итак, беря линзу силой в —2 диоптрии, мы решим нашу задачу удлинения фокусного расстояния до $F = 36$ см.

Для облегчения перевода фокусного расстояния линз (выраженного в миллиметрах) в диоптрии, приводится уже готовая таблица, составленная применительно к ассортименту очковых стекол, имеющихся в магазинах.

Таблица диоптрий

Число диоптрий	Фокусное расстоян. в мм	Число диоптрий	Фокусное расстоян. в мм	Число диоптрий	Фокусное расстоян. в мм	Число диоптрий	Фокусное расстоян. в мм
0,25	4000	2,25	444	4,25	236	6,5	154
0,50	2000	2,5	400	4,5	222	7,0	143
0,75	1333	2,75	364	4,75	211	7,5	133
1,00	**1000**	3,0	333	5,0	200	8,0	125
1,25	800	3,25	308	5,25	191	8,5	118
1,5	666	3,5	286	5,5	182	9,0	111
1,75	571	3,75	267	6,75	174	9,5	105
2,0	500	4,0	250	6,0	166	10,0	100

Из этой таблицы мы видим, что число диоптрий с уменьшением фокусного расстояния возрастает и наоборот; причем, если мы имеем дело с линзами рассеивающими, то перед числом диоптрий ставим знак минуса (—), а в случае собирательной линзы знак плюса (+).

Для упрощения дальнейших вычислений в практике фотографа преобразуем формулу (2) при помощи формулы (4) в следующее простое выражение:

$$D = D_1 + D_2 \tag{5}$$

где: D — сила всей системы в диоптриях,
D_1 — сила фотообъектива в диоптриях,
D_2 — сила добавочной линзы в диоптриях.

Расчеты, основанные на применении этой формулы, чрезвычайно просты.

Пример: Имеем фотообъектив с $f_1 = 180$ мм; желаем получить фокусное расстояние в $F = 250$ мм.

Какой силы надо иметь дополнительную линзу?

По таблице видим, что 180 мм соответствует 5,5 диоптрии, а 250 мм соответствует 4. В таком случае по формуле (5) будем иметь

$$D_2 = D - D_1, \tag{6}$$

куда подставляем наши данные. Тогда получим:

$$D_2 = 4 - 5{,}5 = -1{,}5 \text{ диоптрии,}$$

т. е. нам надо добавить рассеивающую линзу в —1,5 диоптрии, что по таблице будет соответствовать линзе с фокусным расстоянием в $f_2 = -666$ мм.

Таким образом вопрос пользования таблицей сводится к простым алгебраическим действиям.

В заграничной практике фотографы имеют уже готовые наборы таких добавочных линз. Приводимый рис. 4 приложения VII иллюстрирует момент надевания добавочной линзы на передний конец фотографического объектива.

Добавочные линзы обычно закрепляются в небольшой легкой оправке, причем на рис. 5 того же приложения изображен разрез одной из таких оправок.

Здесь необходимо отметить, что при работе с добавочными линзами неизбежно нарушение коррекции объектива,благодаря чему качество изображения ухудшается с оптической точки зрения. Небольшое диафрагмирование устраняет этот недостаток. С фотографической же точки зрения дело обстоит не так уж плохо, так как смягчение, напр., работы анастигмата при портретной съемке, как нам уже известно, даже желательно.

Важным преимуществом добачных линз перед отдельно работающими половинками анастигмата является то, что они дают незначительную дисторсию в изображении.

Наконец, при употреблении добавочных линз фотограф, до известной степени, выигрывает на растяжении меха, однако из предыдущего ясно, что для камер с ординарным растяжением меха применение этих линз ограничено.

Перейдем теперь к вопросу практического использования дополнительных линз. По роду своего применения добавочные линзы разделяются на три группы.

1. Добавочные линзы для удлинения фокусного расстояния (так называемые линзы, увеличивающие изображение) применяются главным образом с большой диафрагмой для съемки портретов. Расстояние до объекта съемки в таком случае увеличичивается, благодаря чему фотограф избегает искажений, неизбежных при съемке короткофокусным объективом с близких расстояний. При этом наблюдается некоторое увеличение глубины. Как результат увеличения длины фокусного расстояния, уменьшается относительное отверстие, а следовательно возрастает и экспозиция. Приводимая таблица дает в этом отношении ясную картину зависимости экспозиции от величины удлинения фокусного расстояния при применении добавочных линз при съемке портретов объективом с относительным отверстием 1 : 45.

Таблица добавочных линз Шнейдера для портретной съемки (линзы А, В и С)—см. стр. 67.

Так, например, при фотографическом объективе с $f_1 = 27$ см и при применении добавочной линзы В, — получаем общее фокусное расстояние $F = 46$ см. В таком случае изображение будет увеличено в 1,7 раза, но за то экспозицию также придется увеличить в три раза.

Применяя более сильные добавочные линзы, мы тем самым превращаем наш объектив в телеобъектив и сможем производить как

Фокусное расстояние без добавочной линзы	Изображение увеличивается в		
	$1{,}35^x$	$1{,}7^x$	$1{,}9^x$
	получаемое фокусное расстояние		
	A	B	C
24 см 27 см 30 см	31 см 36 см 40 см	40 см 46 см 50 см	45 см 50 см 55 см
Необходимо увеличить экспозицию в	2^x	3^x	$3{,}5^x$

съемку весьма удаленных объектов, так и портретов в крупном масштабе.

Добавочные линзы, служащие для увеличения изображения, изготовляются многими оптическими фирмами под различными названиями. Так у Цейсса они называются Дистар-линзы и на оправе их обычно гравируются два числа, например: 2/VI, что обозначает: арабское число 2—силу линзы в диоптриях, а римская цифра VI — № оправы по каталогу.

Фирма Фохтлендера изготовляет их под названием Фокар - линзы, Шнейдера — Иско - Форзатц - линзы и т. д.

К уже отмеченным выше преимуществам добавочных линз необходимо отнести еще их легкость и портативность, а кроме того при их употреблении фотограф избегает развинчивания и ввинчивания оправок объектива, что неизбежно связано с расшатыванием всей конструкции.

2. Добавочные линзы для укорачивания фокусного растояния (так называются линзы для широкоугольной съемки). Подобного рода линзы применяются в тех случаях, когда желают произвести архитектурную съемку, внутренности помещений или вообще съемки на натуре, не позволяющие по своему характеру работать обычным универсальным объективом и требующие значительного увеличения угла.

Наконец при съемке предметов в натуральную величину не всегда удается произвести такую съемку при наличии камеры с двойным растяжением меха, так как обычно это растяжение бывает недостаточным. Наличие же укорачивающей фокусное расстояние линзы дает полную возможность выполнить подобную съемку с успехом.

Для подбора требующейся добавочной линзы произведем опять небольшой расчет, воспользовавшись известными нам формулами и таблицей.

Пусть фокусное расстояние объектива $f_1 = 135$ мм, по условиям же съемки нам надо иметь меньшее фокусное расстояние примерно $F = 105$ мм. Какова будет сила в диоптриях требующейся доба-

вочной линзы и следовательно ее фокусное расстоянии в миллиметрах?

Из таблицы диоптрий имеем: сила объектива с $f_1 = 135$ мм будет равна приблизительно 7,5 диоптрий; сила всей системы должна быть равна 9,5 диоптриям.

Из уравнения (5) получаем силу дополнительной линзы:

$$D_2 = D - D_1 = 9{,}5 - 7{,}5 = +2 \text{ диоптрии.}$$

Итак, сила добавочной линзы должна быть равной двум диоптриям со знаком + или, пользуясь опять таблицей, узнаем, что нам необходимо иметь собирательный мениск с фокусным расстоянием, равным 500 мм. Добавочные линзы для широкоугольной съемки изготовляются фирмами Цейсс под названием Проксар-линзы, Фохтлендер—Фокар-линзы и Шнейдер—Форзацт-линзы. Как дополнение к сказанному, приводится сводная таблица добавочных линз фирмы Шнейдер для удлинения и укорачивания фокусного расстояния объектива.

Фокусное расстояние без линзы	Увеличивающие линзы			Широкоугольные линзы	
	Увеличение изображений в:				
	$1{,}35^x$	$1{,}7^x$	$1{,}9^x$	$0{,}8^x$	$0{,}7^x$
	Получаемое фокусное расстояние в см				
	A	B	C	D	E
7,5	10,5	12,5	—	6,0	—
9,0	12,0	15,0	17,5	7,5	—
10,5	13,5	17,0	20,0	9,0	—
12,0	16,5	20,0	22,0	10,0	—
13,5	18,0	23,5	26,5	—	11,0
15	20.5	26,0	29,0	—	12,0
16,5	22,0	28,0	32,0	—	12,0
18	24,0	30,0	34,0	—	13,0
19,5	26,0	33,0	37,0	—	14,0
21	28,0	36,0	40,0	—	15,0
Экспозицию надо увелич.	2^x	3^x	$3{,}5^x$	$0{,}6^x$	$0{,}5^x$

Просматривая эту таблицу, мы можем заметить, что в только что разобранном примере экспозицию придется увеличить в $0{,}5^x$, что означает *уменьшение экспозиции* на половину.

Рекомендуем самостоятельно проделать ряд упражнений по определению значений добавочных линз A, B, C, D и E по приведенному выше способу.

Для наглядного представления о работе добавочных линз приводятся в приложении X снимки, сделанные Тессаром 1:4,5 отдельно и совместно с Дистар и Проксар-линзой.

3. Ф о к у с и р о в о ч н ы е л и н з ы, как показывает само название, применяются для фокусировки, т. е. резкой установки чрезвычайно близко расположенных снимаемых объектов, когда, напр., расстояние между предметом съемки и объективом настолько мало, что нет возможности взять подобное расстояние по установочной шкале фотографического аппарата или червячной оправы объектива.

Например: расстояние 50 см от объектива, в то время как предельное выдвижение его расчитано на один метр. В таком случае применяют фокусировочную линзу, при этом, как показывает рис. 47 между фокусировочной линзой и объективом пучек лучей идет параллельно или слегка рассеянно.

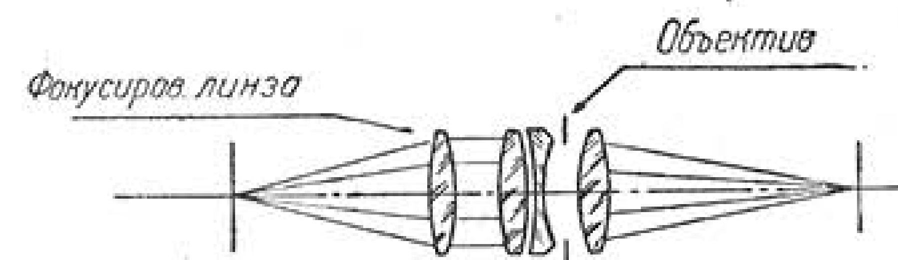


Рис. 47.

На практике наводка на резкость производится после того, когда фокусировочная линза (в данном случае она собирательная, как и при широкоугольной съемке) одета на объектив.

Подобного рода линзы фотограф должен подбирать в тех случаях, когда условия съемки не допускают увеличения расстояния.

Как приближение в этом вопросе можем рекомендовать следующие линзы.

При установке объектива *на бесконечность* для съемки предмета, удаленного:

на 2 м собират. линзу с $F = 2$ м, т. е. + 0,5 диоптрий
„ 1 „ „ „ с $F = 1$ „ „ + 1,0 „
„ 0,7 „ „ „ с $F = 0{,}7$ „ „ 1,5 „

При установке объектива на *один метр*, с теми же фокусировочными собирательными линзами, мы можем получить резкое изображение предметов, расположенных:

с линзой в +1,0 диоптрию с расстояния в 0,5 м
с линзой в +1,5 „ „ в 0,4 „

Таким образом, дело будет заключаться в том, на какое расстояние будет сделана наводка объектива, фокусное же расстояние здесь роли не играет.

Заканчивая на этом рассмотрение фотографической оптики с точки зрения ее конструктивного оформления и эксплоатации, перейдем теперь к не менее важному моменту — ознакомлению со специфическими особенностями оптического стекла — материала, из которого изготовлены фотографические объективы, постараемся уяснить себе процесс изготовления объектива и после этого установить правила ухода и сбережения дорого стоющей фотографической оптики.

ПРАКТИКА ФОТОГРАФА

Технология оптического стекла и его обработка. Типы оправ фотографических объективов. Уход, обращение и сбережение объектива. Сборка и разборка объектива. Неисправности в фото-объективах и их устранение.

1. ТЕХНОЛОГИЯ ОПТИЧЕСКОГО СТЕКЛА И ЕГО ОБРАБОТКА

При изготовлении фотографической оптики[1], важнейшим материалом служит оптическое стекло. Из него обычно изготовляются линзы и призмы, причем надо иметь в виду, что существует очень много сортов оптического стекла с различными свойствами. Оптическое стекло должно отвечать целому ряду требований: оно должно быть прозрачным для того, чтобы через него прошло как можно больше света, затем обладать достаточной твердостью, способностью принимать шлифовку и хорошо сопротивляться воде и воздуху. С другой стороны оптическое стекло по своей плотности должно быть равномерным, чем достигается правильность прохождения лучей. Это последнее обстоятельство является непременным условием для стекол, помещаемых в фотографические объективы.

Вообще же стекло, идущее на изготовление оптических приборов, можно разделить на две большие группы:

1. Стекло *зеркальное*, из которого обычно изготовляются дешевые оптические приборы, конденсоры для увеличителей, фотообъективы для ящичных аппаратов и т. д.

2. Стекло *оптическое*, из которого сделана оптика ценных приборов, как-то: фотообъективов, микроскопа и т. д.

Вполне понятно, что стекло зеркальное, идущее на изготовление дешевых оптических приборов, само должно быть дешевым. В действительности так оно и есть. Это стекло приготовляется из дешевых материалов и варка его проста и несложна. Жидкое расплавленное стекло получается при сильном прокаливании (температура около 1400°) следующих химических веществ:

Белого песку	55%
Поташа или соды	30%
Извести (мела)	15%

[1] В технике под названием „оптика“ понимают все детали, сделанные из стекла.

В целях экономии топлива температуру плавки можно снизить до 900—950° путем прибавления боя (битого стекла). По тем же самым соображениям это стекло не тщательно перемешивается, вследствие чего получается масса *неравномерная по своей плотности*. После остывания в специальных формах, в зеркальном стекле с одной стороны появляются *свили* (прозрачные струи более плотного стекла, чем вся остальная масса), с другой—вследствии неравномерного (быстрого) остывания в стекле появляются *вредные натяжения*, что сильно влияет на прочность изготовляемых линз и выражается в растрескивании стекла при быстром нагреве и охлаждении.

Чтобы иметь ясное представление о свилях, рассмотрим следующее явление: если в стакан с чаем бросим 2—3 куска сахара и, не размешивая, дадим ему раствориться, то при легком встряхивании и размешивании можно заметить, что на дне стакана будет колыхаться масса жидкого растворенного сахара, плотность которого будет значительно больше плотности чая; если мешать энергичнее, то этот остаток в виде прозрачных струй распространится по всей жидкости, и если, не закончив размешивания, заморозить этот стакан с чаем, то получим лед с сахарными более плотными струями — *свилями*.

Теперь возникает вопрос, как это явление отразится на ходе световых лучей? Из физики известно, что стекло известной формы обладает свойством различно преломлять световые лучи в зависимости от своей формы и поэтому вполне понятно, что если стекло будет неравномерно плотным по своей массе, то преломление лучей будет неравномерным. Вот это то обстоятельство и приходится учитывать при производстве зеркального стекла.

Помимо свилей, в стекле могут застыть песчинки, называемые в стеклотехнике камнями, и пузырьки воздуха, которые тоже будут влиять на способность стекла пропускать свет.

Присутствие же натяжений в стекле может быть иллюстрировано примером из практики: положим в помещении, где находится, например, увеличительный аппарат, после долгого горения лампы оптика и окружающий ее воздух нагрелись до такой степени, что стоит только открыть дверь, чтобы пропустить струю холодного воздуха, как послышится характерный треск лопнувшей конденсорной[1] линзы, расположенной ближе всего к источнику света. Вот эта то нестойкость стекла к резкой перемене температуры и обуславливается присутствием *натяжений* в стекле, как результат недоброкачественной выработки такового.

В последнее время, как за границей, так и у нас, стали изготовлять улучшенные сорта *зеркального* стекла; например, для отража-

[1] Конденсор — система линз, задача которой заключается в собирании световых лучей от источника для равномерного освещения негатива при увеличении.

тельных зеркал и конденсорных линз изготовляется так называемое огнеупорное стекло пирекс, которое отличается особенной стойкостью при быстром нагреве и охлаждении и благодаря этому получило широкое применение в проекционной технике. Выше было упомянуто, что расплавленное зеркальное стекло либо выливают в заранее приготовленные приборы, либо прессуют и тем самым придают *предварительную форму* линзам, зеркалам, или выпускают стекло в виде пластин. Такого рода стеклянные отливки, называемые полуфабрикатами, со стеклянного завода поступают на оптические заводы, где в специальных мастерских на автоматических станках им придается уже точная форма.

Процесс обработки линзы или зеркала сводится к трем моментам: *1) обдирке, 2) шлифовке и 3) полировке.*

Обдирка обыкновенно производится вручную на станках (рис. 1 прил. XI). Лишний слой стекла снимается при помощи песка или крупного наждака, затем более мелкими наждаками (собственно шлифовка) по шаблону[1] придают нужную форму предмету, выдерживая в то же время потребную толщину. Из под шлифовки стекло всегда выходит *матовым*.

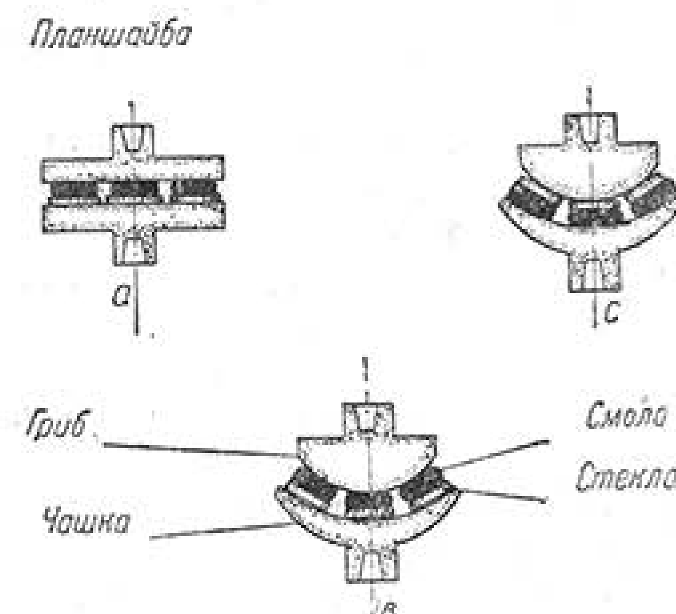


Рис. 48.

После этого при помощи красной пудры-крокуса[2] оно *полируется*, причем поверхность стекла становится *гладкой и блестящей*.

Обыкновенно, когда имеется необходимость обрабатывать сразу же много стекол, таковые при помощи специальной смолы наклеиваются на соответствующие приборы, которые имеют три вида, в зависимости от поставленной задачи. Для получения плоской поверхности, стекла, в виде заготовок, наклеиваются на так называемую *планшайбу* (рис. 48*a*). Планшайбу при помощи станка автомата приводят в быстрое вращение и накрывают другой такой же планшайбой[3]. Между стеклами и планшайбой подбрасывается мокрый наждак или крокус, в зависимости от того, какая производится операция: шлифовка или полировка. На рис. 48 *b* изображается способ получения при помощи *гриба и чашки*[4] выпуклой поверх-

[1] Шаблон — прибор, контролирующий кривизну поверхности.
[2] Крокус — полирующий материал — красная окись железа.
[3] Обыкновенно делается наоборот: планшайба с линзами сверху.
[4] Все эти приборы делаются обыкновенно из чугуна или желтой меди.

ности (выбираются края). На рис. 48 *с* изображен способ получения вогнутой поверхности (выбирается середина). Для того, чтобы полирующий материал равномерно распределялся по стеклянным поверхностям, на внутреннюю поверхность чашки или гриба, свободную от линз, наклеивается сукно. Поэтому полировка оптики, не требующей особенной точности, и называется *полировкой на сукне.*

Рассмотрим теперь изготовление оптического стекла, попутно выяснив, почему это стекло считается дорогим. Существует очень много сортов оптического стекла (их около 200), которые отличаются друг от друга свойством различно преломлять лучи света или, как принято говорить в оптике, различаются своим *коэффициентом преломления.* Кроме того оптические стекла характеризуются своей способностью в той или иной степени разлагать луч белого цвета на составные цветные лучи — так называемой *дисперсией.* Однако все оптическое стекло, в свою очередь, мы можем разделить на две большие группы. В первую группу входят оптические стекла *с меньшей плотностью,* но зато *с большей прочностью,* называемые *кронами.* Из этого стекла сделаны наружные линзы у большинства фотографических объективов.

Вторую же группу составляют оптические стекла с *большей плотностью,* но с *меньшей прочностью,* и называются *флинтами.*

Итак, флинты плотнее кронов (следовательно в одном и том же объеме тяжелее), что зависит исключительно от состава химических веществ при их варке и объясняется, главным образом, присутствием свинцовых солей. Изложенное станет понятным, если рассмотреть:

Состав оптического стекла [1].

№№ по пор.	Крон	Флинт
1	Окись кремния (песок) . . . 70%	Окись кремния (песок) . . . 40%
2	Поташ химич. чистый 14%	Поташ химически чистый . . 12%
3	Известь химич. чистая 15%	Окись свинца 45%
4	Мышьяк . . . . доли	Селитра калийная 3%
5	Селитра калийная 1%	

Из приведенной таблицы видно, что песка в кроне гораздо больше, чем во флинте (прочность), зато половину всего состава флинта составляет свинец (плотность, тяжесть), почему еще флинтовое

[1] На самом деле в состав стекла входит еще много других химических веществ; здесь же показаны только основные.

стекло называется иногда свинцовым. Химические вещества за № 4 в том и другом случае служат для осветления и обесцвечивания стекольной массы, т. е. делают стекло прозрачным.

Перейдем теперь к рассмотрению самого процесса плавки оптического стекла и здесь мы найдем причину, обусловившую высокую стоимость этого стекла. Дело в том, что при плавке оптического стекла необходимо соблюсти ряд следующих технических условий, обеспечивающих его высокое качество:

1. Прежде всего изготовляется специальный глиняный горшок для варки оптического стекла, так называемый *тигель* (рис. 49), диаметром 1,5 м и с такой же высотой. Процесс изготовления такого тигля длится около года (он выдерживается в особых условиях — иначе в процессе варки может оказаться непригодным) и в то же время служит *только один раз* для варки 1500—2000 кг оптического стекла.

2. Далее необходимо, чтобы все химические вещества были тщательно очищены, дабы тоже не повлиять на качество плавки.

3. Требуется особое искусство для размешивания стекла, чтобы избегнуть свилей (см. выше) и пузырей, так как в противном случае оптическое стекло будет забраковано.

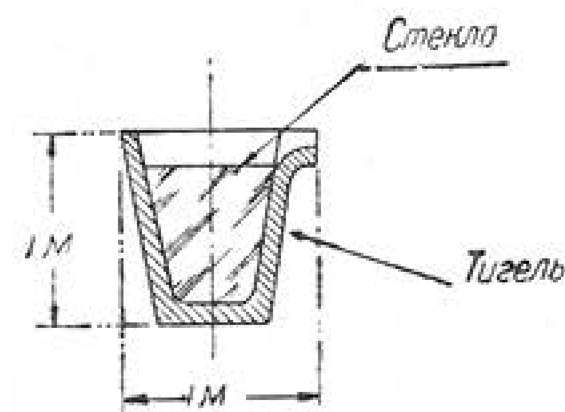


Рис. 49.

Оптическое стекло варится при очень высокой температуре (1500°) и после 32-х часов варки охлаждается вместе с горшком в течение нескольких дней. После остывания стекла, тигель вынимается из печи и разбивается вместе со стеклом на мелкие куски, из которых отбираются только совершенно свободные от недостатков куски оптического стекла (фото 2 прил. XI). Отобранным кускам, которые снова помещаются в специальную печь для размягчения, придается форма, показанная на фото 3 того же приложения. После этой операции стекло отправляют в электрическую печь для закалки (медленное охлаждение), чтобы избавиться от вредных натяжений, о которых тоже говорилось выше. Натяжения в плохо охлажденном стекле могут быть видимыми при помощи специального прибора (фото 4 прил. XI) в так называемом поляризованном свете.

При соблюдении вышеприведенных условий, в благоприятном случае мы будем иметь следующие результаты: годного оптического стекла — 20%, брака — 80%, при варке же зеркального стекла имеем годного — 85%, брака — 15%.

Таким образом при производстве оптического стекла мы можем использовать около $^1/_5$ всей варки. Эти цифры говорят о больших

трудностях приготовления оптического стекла и поэтому оно и получается таким дорогим.

Принимая же во внимание, что все линзы фотографических объективов состоят из дорогого оптического стекла, само собой понятно, что обращение с ними, уход и хранение должны быть соответствующими. Однако, об этом будет речь в особой главе.

Полученные с таким трудом куски оптического стекла отправляются на завод для обработки, процесс которой описан нами выше. Здесь же придется дополнительно описать ряд специальных производственных операций, необходимых при обработке оптического стекла.

Вполне понятно, что куски оптического стекла не всегда соответствуют необходимому диаметру линз и поэтому их приходится распиливать на более мелкие части (рис. 1 прил. XII). Медный или цинковый диск, на окружности которого набита мелкая алмазная россыпь, приводится в быстрое вращение и постепенно врезается в стекло, зажатое в специальных тисках с таким расчетом, чтобы пропил получился на определенном месте. Затем, после разметки, снимают при помощи специальных плоскогубцев края у пластинки и придают стеклу круглую форму (фото 2 прил. XII). Такие стеклянные кружки называются *шайбами*, которые после обдирки вручную, наклеиваются при помощи смолы на гриб или чашку, в зависимости от того, какая будет им придаваться форма. Так на фото 3 прил. XII показаны гриб и чашка с наклеенными на них стеклянными шайбами. Фото 4 приложения XII изображает один из станков автоматов, который устроен таким образом, что имеет ряд вертикально вращающихся осей (шпинделей), на которые навинчиваются либо грибы, либо чашки для обработки стекол.

Обыкновенно вперед обрабатывается одна поверхность линзы, т. е. шлифуется и полируется, после чего готовая сторона покрывается защитным лаком и затем приступают к обработке второй совершенно таким же образом. Здесь необходимо также отметить, что оптическое стекло должно быть отполировано с исключительной точностью. Для этой цели свободная от линз чашка или гриб грунтуется смолой, почему точная полировка и называется *полировкой на смоле*. Контроль правильности изготовления полированной поверхности производится с помощью стеклянного шаблона — пробного стекла [1], действие которого основано на наблюдении за цветными кольцами Ньютона, образующимися благодаря очень малому воздушному промежутку между двумя соприкасающимися стеклянными поверхностями. Точность, с которой может быть выдержан радиус, может быть доведена до 1/10 000 мм. После обработки линз их

[1] Пробное стекло, стеклянный шаблон с точным радиусом, но обратного порядка с радиусом изготовляемой поверхности.

приходится всегда *центрировать*. Операция центрировки заключается в следующем: на станке (тип токарного) при помощи смолы к горизонтально вращающейся трубке прикрепляется обрабатываемая линза. На некотором расстоянии, положим 1,5 м., ставится обыкновенная лампа, которая изображается в линзе, как в зеркале (2 кратно). Если привести трубку с наклеенной линзой во вращение, то можно заметить следующее явление: при вращении линзы оба изображения вращаются друг около друга, что прямо указывает на необходимость центрировки. Подогревая трубку и смолу, т. е. смещая тем самым линзу, можно добиться такого результата, что изображение лампы при вращении линзы перестанет бить, т. е.

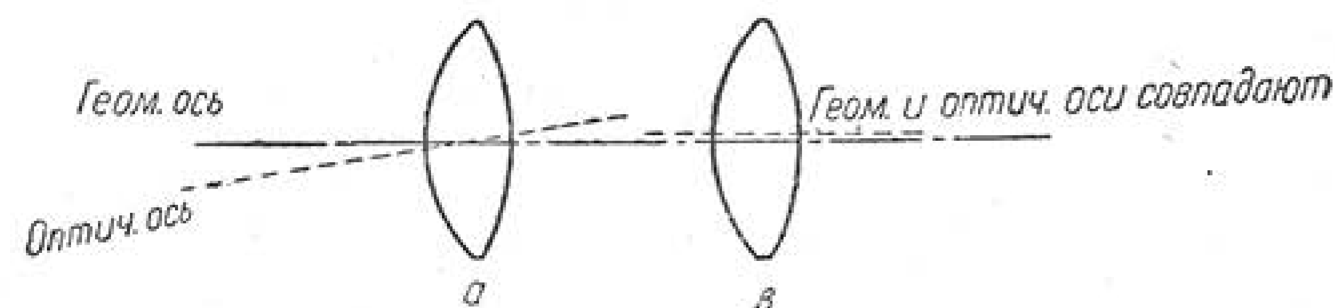


Рис. 50

будет стоять на месте. Этим способом достигается совпадение двух осей: оптической [1] и геометрической [2], после чего обтачиваются края линзы, которые должны быть на одинаковом расстоянии от этих двух совпавших воображаемых прямых. Рис. 50 показывает схематически, в чем заключается центрировка, которая необходима главным образом для того, чтобы не было искажения наблюдаемых или фотографируемых предметов.

2. ТИПЫ ОПРАВ ФОТОГРАФИЧЕСКИХ ОБЪЕКТИВОВ

Ознакомившись с изготовлением отдельных линз фотографического объектива, а также с особенностями материала — оптического стекла, из которого они сделаны, перейдем теперь к рассмотрению металлических оправ, в которые обычно монтируются линзы. Имея в виду, что немного ниже мы затронем вопросы сборки и разборки

[1] Оптической осью линзы называется воображаемая прямая линия, проходящая через центры двух преломляющих поверхностей, ограничивающих линзу.

[2] Геометрической осью называется такая линия, которая проходит через середину линзы на равном расстоянии от ее окружности.

объективов, здесь мы постараемся рассмотреть в весьма сжатом виде наиболее характерные конструкции оправ фотографических объективов, которые в общем разделяются на четыре главных типа.

1. Нормальная оправа (фото 1 прил. XIII) состоит из основной трубки, называемой *тубусом* (фото 2 прил. XIII изображает разрез нормальной оправы), внутрь которого помещается коробка с ирисовой диафрагмой; эта коробка при помощи винтового штифта соединяется с диафрагменным кольцом, сидящим на оправе. С обоих концов тубуса ввинчиваются собственно оправки с укрепленными в них линзами (фото 3 прил. XIII).

Кроме того на одном конце тубуса имеется внешняя нарезка и на нее навинчивается кольцо, при помощи которого объектив прикрепляется к камере. В том случае, когда фотограф пользуется набором объективов, замена одних другими не может быть произведена быстро при таком кольце с резьбой и поэтому некоторые оправы, например фирм Раденштока и Герца, имеют устройство, понятное из фото 4 прилож. XIII. В остальных случаях пользуются так называемым объективным кольцом (фото 6 прил. XIII). Это кольцо представляет собою не что иное, как большую диафрагму с жесткими стальными лепестками, которыми зажимается внешняя нарезка оправы объектива. Такое объективное кольцо четырьмя шурупами прочно прикрепляется к передней доске фотокамеры и на коробке несет два винта, назначение которых следующее: одним винтом регулируется отверстие, второй же является стопорным.

Нормальная оправа употребляется главным образом для дорожных и павильонных фотографических камер с любым растяжением меха. Она укрепляется на передней доске и выдается наружу аппарата.

Объектив со стороны передней линзы закрывается либо крышкой, либо шторным затвором, в зависимости от потребной при фотографировании экспозиции.

2. Углубленная оправа, внешний вид которой изображен на фото 5 прил. XIII, употребляется в тех случаях, когда фотографической камере необходимо придать известную компактность, главным образом потому, что в условиях, например, быстрой съемки, выдающийся наружу объектив может мешать или, даже более, пострадать. Поэтому углубленная оправа хороша тем, что она позволяет утопить объектив внутрь камеры за объективную доску, оставив наружу лишь диафрагменное кольцо, при помощи которого можно регулировать диафрагму. Поскольку наружная часть оправы не позволяет надевать на нее затвор, объективами в оправах подобного типа снабжаются фотографические камеры со щелевыми затворами, работающими перед самой пластинкой или пленкой, позволяющие производить наводку на метраж.

К таким камерам принадлежат клап-камеры типа Неттель и большинство зеркальных камер.

3. Специальная червячная или установочная оправа (фото 7 прил. XIII) применяется всегда в таких камерах, где расстояние от передней объективной доски до плоскости изображения (матового стекла) остается постоянным. Вследствие этого все ящичные камеры без других средств к установке на фокус, а также все камеры с распорками и складные зеркальные камеры, должны быть снабжены объективами в установочной оправе. Характерная отличительная черта установочной оправы заключается в том, что собственно объектив (т. е. отдельные линзы оптической системы, вставленные в общий тубус) может перемещаться в осевом направлении относительно своего носителя, т. е. кольца камеры, прикрепленного к объективной доске. Размер этого перемещения определяется конструкцией объектива и зависит от расстояния до предмета и от фокусного расстояния.

Устройство установочной оправы следующее: на объективном кольце по окружности наносится отградуированная шкала; при повороте установочного рычага тубус объектива совершает соответствующее делению поступательное движение и камера устанавливается на резкость с большой точностью. Вполне понятно, что в случае установочной оправы, также как и при углубленной оправе, фотографическая камера должна быть снабжена щелевым затвором.

Наконец последний тип оправы, который мы рассмотрим, это:

4. Оправа с центральным затвором, изображена на фото 8 прил. XIII. В данном случае оправки с линзами непосредственно ввинчиваются в затвор, рядом с секторами которого помещается и диафрагма. Центральные затворы бывают различных систем в зависимости от характера регулировки скоростей и ими обычно снабжено большинство пластиночных и пленочных камер универсального типа.

Как правило, на передней оправке линз у всех фотографических объективов гравируется основная техническая характеристика, как то: фокусное расстояние в сантиметрах и относительное отверстие, а также фирма, номер оградительного патента и заводский № объектива.

В заключение описания оправ фотографических объективов не безполезно сравнить двух представителей различных оптических эпох. На фото 9 прил. XIII изображены современный симметричный анастигмат в нормальной оправе и объектив Петцваля в характерной для него оправе, одинакового фокусного расстояния, но с разными, однако близко лежащими, относительными отверстиями.

Вопрос же их принципиального отличия мы уже рассмотрели выше.

3. УХОД, ОБРАЩЕНИЕ И СБЕРЕЖЕНИЕ ОБЪЕКТИВА

Одним из наиболее ответственных моментов, и в то же самое время меньше всего освещенным, в работе фотографа, является вопрос обращения и ухода за фотографическим объективом. Обстоятельство это еще усложняется тем, что до сих пор в руководствах по фотографии и в справочниках не имеется сколько нибудь систематизированных указаний по этому вопросу. Да это и вполне понятно, так как процесс производства основного материала, а именно оптического стекла, из которого сделана самая существенная часть фотообъектива, до сих пор еще составляет секрет производящих фирм.

Краткого описания производства оптического стекла и его обработки уже вполне достаточно, чтобы убедиться, что свойства стекла, известные нам из обыденной жизни, к удивлению многих, не совпадают с теми фактами, которые отмечены наукой и специфической практикой оптического производства. Например, существуют такие сорта оптических стекол [1], которые обладают свойством *окисляться* на воздухе. Находящиеся в атмосфере водяные пары и газы разрушающим образом действуют на идеально полированную поверхность таких стекол, в результате чего последние покрываются или белым налетом, или налетом, имеющим радужную окраску. Чем больше полированная поверхность такого стекла соприкасается с воздухом, тем больше и гуще становится налет и уничтожить его возможно только *вторичной полировкой*. Удачным выходом из положения является склеивание таких линз канадским бальзамом, например, одна половинка Дагора — наружные линзы из более стойкого крона — как бы является естественной защитой *для таких мягких, не стойких сортов оптического стекла.*

Помимо атмосферных влияний, подобного типа оптические стекла обладают таким свойством, что если мы прикоснемся к свеже-полированной поверхности такого стекла даже совершенно чистыми руками, то на ней останутся отпечатки наших пальцев, которые также могут быть удалены только вторичной полировкой. Объясняется это тем, что поры человека постоянно выделяют пот, который и разъедает полированную поверхность. Поэтому на производстве, где изготовляются фотографические объективы, вы не увидите рабочих, которые берутся руками за середину линзы, а всегда держат ее за края. Эти замечания, конечно, полностью не относятся ко всем флинтовым стеклам, из которых сделаны рассеивающие линзы в фотографических объективах, но учесть вышеизложенное обстоятельство необходимо.

[1] Некоторые сорта флинта.

Собирательные линзы объективов большей частью делаются из крона, несравненно более стойкого, чем флинт [1]. Обычно эти линзы расположены снаружи фотообъективов. Каждому фотографу из практики известно, что стеклянные предметы с течением времени теряют свой блеск, теряют полировку и начинают тускнеть, несмотря на особенную заботу, частое мытье и протирание.

Отсюда мы можем заключить, что *частый уход* за полированным стеклом иногда приводит даже к вредным последствиям, поэтому мы должны условиться, когда и чем нужно протирать фотографическую оптику.

Во-первых, мы должны раз и навсегда отказаться от з а м ш и, так как вначале она бывает очень хороша, но потом, в самом непродолжительном времени, она так много впитывает в себя пыли, становится жесткой, что дальнейшее протирание ею будет уже вредным для тщательно отполированных поверхностей.

В качестве протирочного материала рекомендуем старые чисто-стиранные тряпки (полотняные — лучше батистовые), так называемую — ветошь. Для фотообъективов отбираются более ровные и мягкие тряпки, которые сохраняются в закрытых коробках или баночках. В случае, если под рукой тряпки нет, можно воспользоваться гигроскопической ватой, которую рекомендуется каждый раз брать свежей. Наконец, хорошая папиросная бумага также может служить для целей протирания оптики.

Во-вторых — *никаких порошков при чистке.* В противном случае царапины на линзе неизбежны.

В-третьих — *никаких жидкостей* — кислот, бензина, керосина и т. п. Единственно допустим спирт (можно денатурированный) для удаления с поверхности стекла масляных пятен или пятен от лака. При этом пятна или жирные отпечатки пальцев смываются тряпочкой, увлажненной в спирту. Ни в коем случае линзы, особенно *склеенные, нельзя опускать в спирт*, так как канадский бальзам, которым склеены линзы, может пострадать и линзы выйдут из строя.

При прочистке не рекомендуется нажимать сильно на полированную поверхность, дабы случайно ее не повредить.

В четвертых — для смахивания пыли с линз объектива полезно обзавестись небольшой, но толстой *хорьковой кисточкой (или беличьей)*, которая должна быть весьма мягкой. Если же пылинки прилипли с внутренней стороны линзы, оправу которой не удается вывинтить, то рекомендуем со стороны свободного отверстия снять их при помощи заостренной палочки (из мягкого дерева), на конец которой навит тампончик из ваты.

Таким образом фотообъективы требуют очень осторожного обращения. Стеклянные поверхности линз нужно предохранять не только

[1] Здесь, однако, надо заметить, что существуют и нестойкие кроны.

от случайных царапин и трещин, но также от продолжительного воздействия сильного света и также стараться на натуре не подвергать действию сильного ветра, который, неся острые частицы песка, часто является причиной погрубения и потускнения стекол. В особенности следует избегать сырости. В холодную или сырую погоду рекомендуется слегка нагревать объектив (разумными средствами), чтобы избежать запотевания линз внутри объектива.

Металлические оправы и тонкие ирисовые диафрагмы также требуют со стороны фотоработника тщательного обращения и внимательного отношения, с целью ограждения их от случайных повреждений.

Поэтому рекомендуем все фотографические объективы сохранять либо в специальных футлярах, либо в мешечках с твердым круглым дном и отверстием, стягиваемым и растягиваемым веревочкой. В особенности необходимо помнить о сбережении объектива во время перевозок, выездов, экспедиций и т. п., для чего не лишним будет завести крышечки, которыми лучше всего *закрыть объектив с двух сторон* и после того обернуть его либо ватой, либо гофрированной плотной бумагой.

4. СБОРКА И РАЗБОРКА ОБЪЕКТИВА

Итак, мы уже знаем, что *фотографический объектив* представляет собой оптическую систему, состоящую из известного числа собирательных и рассеивающих линз, с различными радиусами кривизны и сделанных *из различных сортов оптического стекла*, установленных в металлической оправе *на строго определенных* друг от друга расстояниях, каковые определяются путем сложного математического расчета. Большинство фотографических объективов имеет компоненты, состоящие из двух и более, склеенных между собою, линз. Склейка обычно производится прозрачной смолой, называемой *канадским бальзамом*.

В виду того, что расстояние между линзами должно быть строго выдержано, чтобы на фотографической пластинке получилось требуемое качество изображения, какие либо механические повреждения, могущие произойти от неправильной сборки или перекоса линз, вызовут появление тех недостатков (аберраций), о которых говорилось выше. Поэтому рекомендуется разбирать и собирать объектив чрезвычайно осторожно.

При разборке объектива нужно замечать порядок расположения линз, чтобы впоследствии правильно установить их на место. Ставя линзы в оправу, необходимо заботиться о том, чтобы они не были перевернуты.

Здесь еще раз целесообразно повторить, что *без лишней надобности объектив разбирать не следует* [1], во всяком случае разборку надо делать как можно реже и то только в том случае, когда это необходимо для получения хорошего качества изображения, а объектив сильно загрязнен.

Если по каким либо причинам внутри объектива появилась пыль и песок, то чистку его надо производить следующим образом: осторожно вывернув оправки с линзами, тубус (трубку) объектива держать над блюдечком с холодной водой и выдувать пыль резиновой продувалкой с костяным наконечником через диафрагму. Этим способом избегается необходимость протирания внутренних частей и в особенности лепестков диафрагмы, ибо в редких случаях чистка с протиранием проходит благополучно. При продувании также нужно постепенно уменьшать отверстие дифрагмы, дабы удалить все лишнее и между лепестками.

В симметричных конструкциях, как например Дагор, несмотря на легкость его разборки (всего две оправки с линзами), всегда рекомендуется прочищать и устанавливать половинки по отдельности, во избежание ошибки.

Особое внимание обратить на ввинчивание оправок в трубку объектива. Необходимо избегать при завинчивании сильных давлений и нажимов. Если оправка плохо завинчивается, немедленно ее вывинчивайте обратно и постарайтесь дать правильное направление, что можно сделать небольшим поворотом влево, а затем ввинчивайте в нормальном направлении. Если же эти предосторожности не будут соблюдены, то можно повредить нарезку (сорвав одну или две нитки), вследствии чего произойдет заклинение оправки в трубке и объектив придется нести к мастеру.

5. НЕИСПРАВНОСТИ И ИХ УСТРАНЕНИЕ

а) Загар на стекле. С течением времени на поверхности стекол некоторых фотографических объективов, у которых даже нет склеенных компонентов, появляются радужные налеты, либо коричневые или желтые пятна.

Явление это объясняется тем, что при варке в массу стекла попали смолистые вещества от топочного газа и постепенно выходят из стекла на поверхность. Иногда явление это безвредно, даже если оно несколько замедляет работу объектива. Пятна небольшого размера не влияют совершенно на изображение.

Если эти пятна не исчезают от протирания поверхности увлажненной спиртом тряпочкой то можно воспользоваться мельчайшим

[1] Это особенно касается анастигматов, в которых имеется ряд линз с промежуточными и зажимными кольцами.

красным порошком крокусом с небольшим количеством воды. В этом случае протирание производить с сугубой осторожностью равномерно, в круговом направлении. Неопытные работники ни в коем случае не должны пробовать устранить загар самостоятельно.

b) Расклейка линз в объективе. В том случае, если объектив долго пролежал в сыром помещении или был подвергнут сильному встряхиванию, может произойти расклейка линз, которая выражается в том, что внутри стекла появляются либо туманные пятна, либо радужные кольца и полоски, либо зеркальные блестки. Это обстоятельство говорит о том, что канадский бальзам, которым склеиваются линзы, подвергся разложению.

В таком случае линзы надо разделить и снова склеить: эту работу рекомендуется поручить специалисту оптику, который помимо склейки должен и отцентрировать линзы. Неопытный же работник может при склейке совершенно испортить линзу и вывести объектив из строя.

c) Падение объектива или камеры почти всегда является причиной повреждений. Поэтому до и после момента съемки фотообъектив рекомендуется держать тщательно изолированным. Непременным условием для серьезного фотографа, в особенности при съемке на натуре, является наличие прочного и устойчивого штатива. В особенности об этом надо помнить в ветренную погоду.

Если же объектив упал, то необходимо немедленно установить характер повреждения: нет ли прогибов в оправе, защемлений, поломок механических частей или трещин на линзах. Незначительная поломка или царапина может не иметь последствий, но смещение линз по оптической оси или из центра является делом серьезным и требующим специального вмешательства квалифицированного оптика специалиста.

Треснувшие или разбитые линзы в редких случаях могут не вредить работе. Если образовалась в линзе трещина, а условия сложились так, что во что бы то ни стало надо продолжать фотосъемку, то, если только трещина не оказывает, так сказать, зеркального действия, ошибку можно поправить, проведя с обеих сторон трещины узкую линию непрозрачного чермого лака (или туши). Эта линия будет вероятна невидна на пластинке, а экспозиция от этого пострадает не на много.

d) Пузыри в объективах. В фотографических объективах, выпущенных за последние годы, как за границей так и у нас, можно часто встретить один или несколько пузырьков воздуха, находящегося в стеклянной массе линз.

Это явление не должно явиться причиной беспокойства фотографа потому, что некоторые сорта оптического стекла, из которых изготовляются линзы современных светосильных анастигматов, не могут быть еще сваренными без воздушных пузырьков, а последние в общем не имеют никакого значения для качества изображения (конечно если их не очень много), кроме совершенно незначительной потери света.

Правда, пузырьки эти производят неприятное впечатление на наш глаз, однако этим смущаться не следует, но все же не мешает принять известные меры предосторожности, во избежание возможных рефлексов от больших пузырьков. Для этого необходимо края линз покрыть черным матовым лаком. Как общее же правило, при выборе надо постараться из пузырчатых объективов выбрать такой, в котором пузырьки расположены ближе к краям.[1]

e) Рефлекс в изображении. Некоторые объективы обладают тем недостатком, что добавочный свет концентрируется в форме светлого пятна, например, в центре изображения.

Это явление вызывается тем, что освещенное отверстие диафрагмы, отражаясь от одной поверхности объектива на другую, в результате попадает на пластинку; оно наблюдается особенно часто тогда, когда две линзы, помещающиеся за диафрагмой, разделены воздухом.

В особенности, это явление часто обнаруживается при применении портретного объектива типа Петцваля. В таком случае необходимо в объективе отрегулировать расстояние между задними линзами и их общее положение относительно диафрагмы, что обеспечит равномерное распределение отражения по всей поверхности пластинки, благодаря чему рефлекс становится незаметным.

В заключение автор считает весьма целесообразным приложить к книге ряд таблиц, которые могут пригодиться в повседневной работе фотографа профессионала.

---

[1] Здесь не мешает вспомнить слова знаменитого ученого физика Фраунгофера, не мало поработавшего в области стеклотехники и оптики: „объектив служит не для того, чтобы на него смотрели, а для того, чтобы через него смотрели“.

ТАБЛИЦА № 1

Диагонали пластинок

Размер в см	Диагональ в см	Размер в см	Диагональ в см
1,8 × 2,4	3	24 × 30	38,4
2,4 × 3,6	4,3	30 × 40	50
4½ × 6	7,5	40 × 50	64
6 × 9	10,8	50 × 60	78
6,5 × 9	11	60 × 80	100
8 × 10,5	13,5	80 × 100	128
9 × 12	15	Стереоскопические размеры	
10 × 15	18	4,5 × 10,7	11,6
12 × 16	20	6 × 13	14,4
13 × 18	22,2	9 × 18	20,1
18 × 24	30,0		

ТАБЛИЦА № 2

Определение угла поля изображения

K	A	K	A	K	A	K	A
0,4434	25°	0,9114	49°	1,4799	73°	2,2106	97°
0,4617	26	0,9326	50	1,5071	74	2,3008	98
0,4802	27	0,9540	51	1,5347	75	2,3417	99
0,4987	28	0,9755	52	1,5626	76	2,3835	100
0,5172	29	0,9972	53	1,5909	77	2,4262	101
0,5359	30	1,0191	54	1,6196	78	2,4698	102
0,5547	31	1,0411	55	1,6486	79	2,5143	103
0,5735	32	1,0634	56	1,6782	80	2,5599	104
0,5924	33	1,0859	57	1,7082	81	2,6064	105
0,6115	34	1,1086	58	1,7386	82	2,6541	106
0,6306	35	1,1310	59	1,7694	83	2,7028	107
0,6498	36	1,1547	60	1,8008	84	2,7528	108
0,6692	37	1,1786	61	1,8327	85	2,8039	109
0,6887	38	1,2017	62	1,8650	86	2,8563	110
0,7082	39	1,2256	63	1,8979	87	2,9100	111
0,7279	40	1,2497	64	1,9314	88	2,9651	112
0,7478	41	1,2741	65	1,9654	89	3,0217	113
0,7677	42	1,2988	66	2,0000	90	3,0797	114
0,7878	43	1,3228	67	2,0352	91	3,1394	115
0,8081	44	1,3490	68	2,0710	92	3,2007	116
0,8284	45	1,3745	69	2,1076	93	3,2637	117
0,8489	46	1,4004	70	2,1447	94	3,3286	118
0,8696	47	1,4266	71	2,1826	95	3,3953	119
0,8905	48	1,4531	72	2,2212	96	3,4641	120

ПОЛЬЗОВАНИЕ ТАБЛИЦЕЙ № 2

В первой графе под буквой К показан коэффициент, который получается от деления диагонали пластинки на фокусное расстояние объектива, т. е.

$$K = \frac{d}{F} = \frac{\text{диагональ пластинки}}{\text{фокусное расстоян. объектива}}$$

Во второй графе под буквой А показаны соответствующие углы изображения.

Пример 1.

Имеем портретный объектив типа Петцваля с фокусным расстоянием в 300 мм, причем благоприятные результаты при съемке достигаются с размером 13 × 18 см.

Определить угол изображения этого объектива.

Находим K, зная, что диагональ 13 × 18 = 222 мм.

$$K = \frac{222 \text{ мм.}}{300 \text{ мм.}} = 0{,}7040$$

Из таблицы наиболее подходящим коэффициентом будет 0,7082, следовательно объектив имеет угол изображения А около 39°.

Пример 2.

Объектив Ортагоз ВООМПа с $F = 135$ мм покрывает пластинку размером 9 × 12 см (диагональ 150 мм.).

Какой у него угол изображения?

$K = \frac{150 \text{ мм}}{135 \text{ мм}} = 1{,}1111$, что по таблице соответствует приблизительно углу 58°.

ПРИМЕРЫ ПОЛЬЗОВАНИЯ ТАБЛИЦЕЙ № 3

1. Фотографируется человек ростом в 175 см на кабинетный размер во весь рост (изображение будет, следовательно, величиной в 16 см. высоты), т. е. будем иметь уменьшение на снимке в 11 раз (175 : 16 = 11). Наибольшее возможное расстояние в ателье — 5 м.

Какое фокусное расстояние необходимо выбрать для этой цели?

В приведенной таблице в графе расстояний до снимаемого объекта под цифрой 5 м в самом низу находим цифру 11 и после этого, направляясь влево по этой строчке, находим в графе фокусных расстояний цифру 42, т. е. при данных условиях фокусное расстояние объектива должно быть равно 42 см.

2. Фотографическим объективом с фокусным расстоянием в 24 см необходимо заснять фасад дома в 12 м длиною, на пластинку размером 13 × 18 см.

Какое расстояние необходимо для этой цели от фотоаппарата до снимаемого объекта?

ТАБЛИЦА № 3

Фокусн. расстояния	Расстояние до снимаемого объекта от оптическ. центра объектива															
	1 м	1,5 м	2 м	2,5 м	3 м	3,5 м	4 м	5 м	6 м	7 м	8 м	9 м	10 м	12 м	15 м	20 м
	Получаем уменьшение															
12	7	11,5	16	20	24	28	32	41	49	57	66	74	82	99	124	166
13,5	6,5	10	14	18	21	25	29	36	44	51	59	66	73	88	110	147
15	6	9	12	16	19	22	26	32	39	46	52	59	66	79	99	132
16,5	5	8	11	14	17	20	23	29	35	41	47	54	60	72	90	111
18	4,5	7	10	13	16	19	21	27	32	38	43	50	55	65	82	101
21	4	6	8,5	11	13	16	18	23	27	33	37	42	47	56	70	93
24	3	5	7	9	12	14	16	20	24	28	32	36	41	49	61	82
27	2,7	4,5	6	8	10	12	14	18	21	25	29	32	36	43	54	73
30	2,3	4	5,6	7	9	11	12	16	19	22	26	29	32	39	49	66
36	1,8	3	4,5	6	7	9	10	14	16	18	21	24	27	32	40	55
42	1,4	2,5	4	5	6	7	9	11	13	16	18	20	23	28	35	47

Уменьшение получим от деления длины дома на наибольшую длину пластинки, т. е. $\frac{1200}{18} = 66$ или уменьшение будет в 66 раз.

Рассматривая таблицу для фокусного расстояния в 24 см, находим по горизонтальной строке вправо среди цифр уменьшений число 61, наиболее подходящее для нашей цели. Идя в вертикальном направлении, видим, что эта графа принадлежит расстоянию до снимаемого объекта в 15 м. Следовательно, для решения задачи необходимо с фотоаппаратом отойти на такое же расстояние от дома.

3. Какой величины на снимке получится снимаемый объект высотою в 160 см, если он удален на 6 м от фотообъектива с фокусным расстоянием в 18 см?

Из таблицы находим, что с объективом с F = 18 см при расстоянии до снимаемого объекта в 6 м на снимке получим уменьшение в 32 раза. Таким образом наш объект в 160 см высотою выйдет на фотографии уменьшенным в 32 раза, т. е. величина его

будет равна $\frac{160}{32} = 5$ см

ПРИМЕРЫ ПОЛЬЗОВАНИЯ ТАБЛИЦЕЙ № 4

Какое фокусное расстояние должен иметь объектив при съемке, чтобы величина головы на портрете получилась равной 5 см. По таблице этому размеру головы соответствуют объективы с фокусным расстоянием в 240 мм, 270 мм и т. д. до 600 мм при соответствующих расстояниях до снимающегося в $1^1/_4$ м, $1^1/_2$ м и т. д. до $3^1/_2$ м. Но так как мы снимаем, положим, на кабинетный формат, то портрет не должен быть снят при расстоянии от объектива ближе $1^3/_4$ м, тогда, согласно таблице, подойдет фокусное расстояние объектива в 300 мм.

ТАБЛИЦА № 5

Потери света в фотообъективах

№№ п/п	Конструкция	Показанная светосила	Количество линз.	Число отдельных поверхност.	% теряем. света	Действительн. свет. сила	Число склеек
1	Монокль	1:16	1	2	9	1:16,8	—
2	Перископ	1:11	2	4	17	1:12,1	—
3	Апланат	1: 8	4	4	19	1: 8,9	2
4	Петцваль	1: 3,4	4	6	25	1: 3,9	1
5	Триплет	1: 6,3	3	6	24	1: 7,2	—
6	Целор	1: 4,5	4	8	30	1: 5,4	—
7	Тессар	1: 4,5	4	6	25	1: 5,2	1
8	Дагор	1: 6,8	6	4	22	1: 7,7	4
9	Гелиар	1: 4,5	5	6	27	1: 5,3	2

ТАБЛИЦА № 4

Величина головы в см	Расстояние лица от объектива											Величина головы в см
	1¼ м	1½ м	1¾ м	2 м	2½ м	3 м	3½ м	4 м	4½ м	5 м	6 м	
1	60	60	75	90	120	120	150	180	210	270	270	1
1¼	75	75	90	120	120	150	180	210	240	270	300	1¼
1½	90	90	120	120	150	180	210	240	300	300	360	1½
1¾	90	120	120	150	180	210	270	300	360	360	420	1¾
2	90	120	150	180	210	240	300	300	360	420	480	2
2¼	120	150	150	180	240	270	300	360	420	480	600	2¼
2½	120	150	180	210	240	300	360	420	480	480	600	2½
2¾	150	150	180	210	270	300	360	420	480	600	600	2¾
3	150	180	210	240	300	360	420	480	600	600	—	3
3¼	150	180	210	240	300	360	420	480	600	600	—	3¼
3½	180	210	240	270	360	420	480	480	600	—	—	3½
3¾	180	210	270	300	360	420	480	600	—	—	—	3¾
4	180	240	270	300	360	420	480	600	—	—	—	4
4¼	210	240	270	300	420	480	600	600	—	—	—	4¼
4½	210	240	300	360	420	480	600	—	—	—	—	4½
4¾	210	270	300	360	420	480	600	—	—	—	—	4¾
5	240	270	300	360	480	480	600	—	—	—	—	5
5½	240	300	360	420	480	600	—	—	—	—	—	5½
7	300	360	420	480	600	—	—	—	—	—	—	7
7½	300	360	420	480	600	—	—	—	—	—	—	7½
8	360	420	480	600	—	—	—	—	—	—	—	8
8½	360	420	480	600	—	—	—	—	—	—	—	8½
11	420	480	600	—	Необходимое фокусное расстояние в миллиметрах							11
Величина головы в см	1¼ м	1½ м	1¾ м	2 м	2½ м	3 м	3½ м	4 м	4½ м	5 м	6 м	Величина головы в см

ТАБЛИЦА № 6

Сравнительная таблица английских дюймов в миллиметрах

Англ. дюймы	0″	1″	2″	3″	4″	5″	6″	7″	8″	9″	10″	11″	12″
0″		25,4	50,8	76,2	101,6	127,0	152,4	177,8	203,2	228,6	254,0	279,4	304,8
⅛″	3,18	28,58	53,98	79,38	104,78	130,18	155,58	180,98	206,38	231,78	257,18	282,59	307,98
¼″	6,35	31,75	57,15	82,55	107,95	133,35	158,75	185,15	209,56	234,96	260,36	285,76	311,16
⅜″	9,53	34,93	60,33	85, 3	111,13	136,53	161,93	187,33	212,73	238,13	263,53	288,94	314,34
½″	12,7	38,10	63,50	88,90	114,30	139,70	165,11	190,51	215,91	241,31	266,71	292,11	317,52
⅝″	15,88	41,28	66,68	92,08	117,48	142,88	168,28	193,68	219,08	244,48	269,89	295,29	320,70
¾″	19,05	44,45	69,85	95,25	120,65	146,06	171,45	196,86	222,26	247,66	273,0	298,46	323,88
⅞″	22,03	47,63	73,03	98,43	123,83	149,23	174,63	200,03	225,43	250,83	276,23	301,64	327,06

ПРИМЕРЫ ПОЛЬЗОВАНИЯ ТАБЛИЦЕЙ № 6

На практике фотографу часто приходится встречаться с фотографическими объективами (преимущественно английскими), на оправе которых выгравировано фокусное расстояние в дюймах (по английски inch). Настоящая таблица преследует цель помочь фотографу перевести дюймы в миллиметры. Пользование таблицей будет понятно из приведенных примеров.

Пример 1. На оправе объектива имеется число $F = 7\ ^3/_4$ inch. Необходимо перевести это число в мм. В первой горизонтальной строке находим число 7″ (два штриха сверху обозначают дюймы), затем, глядя на первую же вертикальную строку слева, находим число $^3/_4$. На пересечении этих строк лежит число 196,86, которое и показывает соответствующее число мм, т. е. $F = 196{,}86$ мм.

Пример 2. На оправе объектива выгравировано $F = 15$ inch. Мы видим, что в таблице такого числа нет. Тогда поступают таким образом: 10″ соответствуют 254,0 мм, а 5″ соответствуют 127,0 мм, следовательно 15″ соответствуют: $254{,}0 + 127{,}0 = 381{,}0$ мм, т. е. $F = 381{,}0$ мм.

ЛИТЕРАТУРА

А. ФОТОГРАФИЧЕСКАЯ ОПТИКА

1. Белоусов Г. Н., Табличный метод испытания фотографических объективов, Гизлегпром, 1933 г.
2. Gleichen A., Die Optik in der Photographie, Stuttgart, Enke. 1911.
3. Гольм, Объектив и его применение в фотографии, Спб, 1903 г.
4. Домарадский М. М., Фотографическая оптика, Москва, Теа-кино-печать, 1929.
5. Домарадский М. М., Фотобъектив, Москва, Огонек, 1930.
6. Eder J. M., Die photographischen Objektive, Halle a. S.. Knapp.
7. Клес Г., Рациональное применение фотографической диафрагмы, Москва, Огонек, 1929.
8. Лапаури А. А., Элементарная фото-оптика, Москва, 1932.
9. Лапаури А. А., Что нужно знать об объективе, Москва, 1932.
10. Lockett A., Camera Lenses, London, Pitman, 1928.
11. Neumann A. u. Staeble F., Das photographische Objektiv, Leipzig, Liesegang, 1909.
12. Niewenglowski G. H., La Photographie artistique par les Objectifs Anachromatiques, Paris, 1908.
13. Петров В. В., Оптика фотографического объектива, Москва, Литогр. 1931.
14. Поляк Г. Н., Фотографічні Об'єктиви, Харків. Держтехвидав, 1931.
15. Pulligni L., et Puyo C., Objectifs d'Artiste, Paris, 1925.
16. Рэдэн И., Правильная экспозиция, Москва, Огонек, 1931.
17. Rohr M., Das photographische Objektiv, Wien, Springer, 1932.
18. Harting H., Die photographische Optik, Berlin, Union D. V. G., 1924.
19. Царевский Е. Н., Фотообъективы, Ленинград, Кубуч, 1931.
20. Шротт П., Практическая оптика, Ленинград, ГТТИ, 1932.
21. Schulz H., Das photohraphische Objektiv, Weimar, Borkmann, 1931.

В. ФОТОГРАФИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА

1. Гольдберг Е., Образование фотографического изображения, Москва, Огонек, 1929.
2. Гольстен Г. В., Фотография для всех, Москва, ГИЗ, 1929.
3. David L., Photographische Praktikum, Halle a. S., Knapp, 1929.
4. Желябужский Ю., Искусство оператора, Москва, Гизлегпром, 1932.
5. Kühn H., Zur photographischen Technik, Halle a. S., Knapp, 1926.
6. Моголи-Наги, Живопись или фотография, Москва, Огонек, 1929.
7. Неблит, Общий курс фотографии, Книга первая, Москва, Огонек, 1930.
8. Нильсен В. С., Техника комбинированной киносъемки, Москва, Гизлегпром, 1933.
9. Потапов С. М., Судебная фотография, Москва, НКВН, 1926.

10. Сольский Д., Иванов И., Хомяков А., Чибисов К., Тарасенков Д., Фотография и аэрофотография, Москва, Авиоиздательство, 1926.
11. Справочник-календарь фотографа, Москва, Огонек, 29/30 и 31 г.
12. Спутник фотокора, Москва, Пролетфото, 1932.
13. Трошин Н., Основы композиции в фотографии, Москва, Огонек, 1929.
14. Фогель Э., Карманный справочник по фотографии, Москва, ГИЗ, 1930.
15. Frerk W. L., Lichtbildkunde, Band 1, Berlin, Hackebeil, 1927.
16. Энглиш Е., Основы фотографии, Москва, ГНТИ, 1931.
17. Яштолд-Говорко Б., Мархилевич К., Иванов, Рабочая книга по фотографии, Москва, Огонек, 1931.

Униматар 569.708
Л 377671

ОГЛАВЛЕНИЕ

стр.

Предисловие 3

Общие свойства фотографических объективов 5

1. Способ получения фотографического изображения. Стеноп. Принцип обыкновенной фотокамеры. Зеркальная фотокамера. 5
2. Основная характеристика фотообъектива. Простая собирательная линза (монокль) в качестве фотографического объектива. Фокусное расстояние и относительное отверстие. Понятие о светосиле. Сравнение двух объективов по светосиле 9
3. Качество изображения. Недостатки объективов: сферическая аберрация, кома, хроматическая аберрация, дисторсия, астигматизм и кривизна поля изображения. 12

Типы фотографических объективов и их характеристика 17

1. Ахроматы: линза Шевалье, линза Грубба. 17
2. Портретный объектив Петцваля 18
3. Перископ Штейнгеля. Бистигмат Роденштока. 20
4. Апланат Штейнгеля. Работа половинками объектива. Определение условий съемки. Угол поля зрения и изображения. 22
5. Антипланеты Штейнгеля. 26
6. Изобретение анастигмата. Анастигматы Цейсса. Протарная линза. Двойной Протар. 26
7. Классификация современных анастигматов по роду их применения и конструкции. Характеристика анастигматов: Дагора, Планара, Двойного Плазмата, Омнара, Целора, Догмара, Широкоугольного Протара, Тессара, Гелиара, Икспресса, Триплета. 28
8. Фотографические объективы, изготовляемые в СССР 36

Специальная фотографическая оптика 42

1. Объективы для художественной фотографии. Мягкоработающие портретные объективы и подробная характеристика их работы: Монокли, Перископы. Вайх-Цайхнер. (Объектив для увеличений). Анахромат Далльмейера-Бергхейма. Полуахроматы Смита. Ейдоскоп. Пиктор. Колор. Верито. Буш-Першейд. Мутак. Кюн-Стебле. Гелиар с перемещаемой средней линзой. Диффузионные сетки. Моллярные линзы. 42
2. Телеобъективы с переменным и постоянным фокусным расстоянием. Характеристика их работы. Бистеляр. Телетессар. 59
3. Добавочные или насадочные линзы. Линзы для удлинения фокусного расстояния объектива (портретные). Линзы для укорачивания фокусного расстояния объектива (широкоугольные). Фокусировочные линзы. 62

Практика фотографа 71

1. **Технология оптического стекла и его обработка** 71
2. Типы оправ фотографических объективов. 77
3. Уход, обращение и сбережение объектива. 80
4. Сборка и разборка объектива. 82
5. Неисправности и их устранение. 83

Таблицы 86

Литература 93

Приложения . . . . I—XV

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение I



Рис. 1. Мягкоработающий портретный объектив Дальмейера

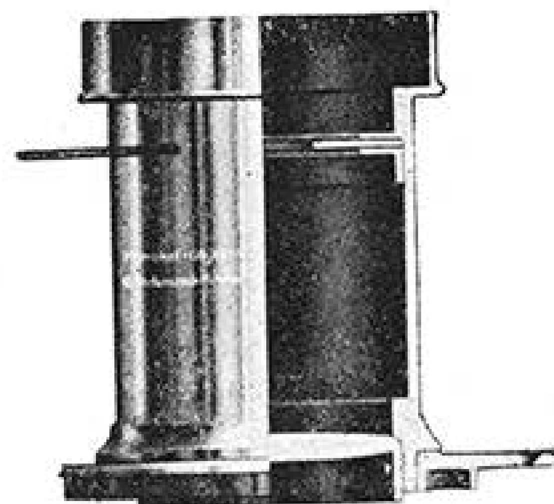


Рис. 2. Портретный монокль Роденштока

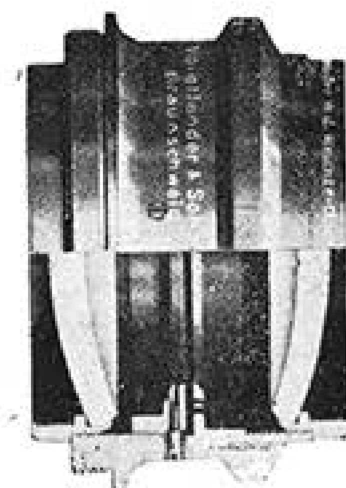


Рис. 3. Мягко рисующий объектив W. Z. для увеличения Фохтлендера

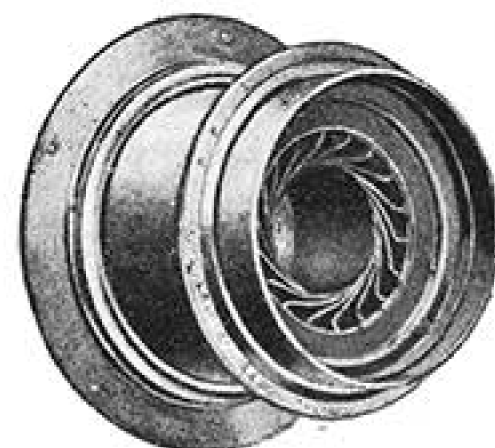


Рис. 4. Портретный ахромат Гандлеча

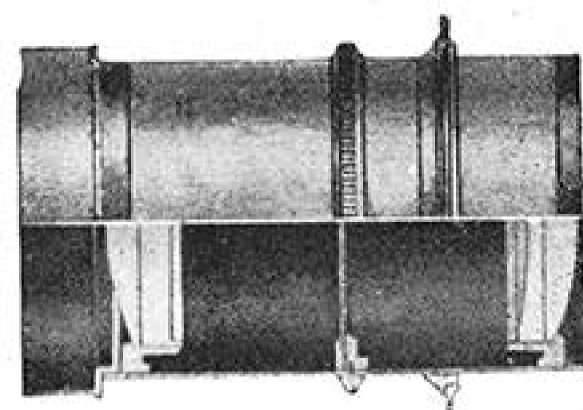


Рис. 5. Мягкоработающий объектив „Пиктор“ Маркуччи

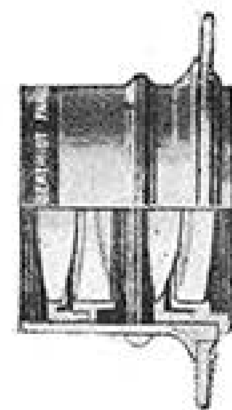


Рис. 6. Мягкоработающий объектив „Колор“ Сом-Бертио

Приложение II



Рис. 1. Мягкоработающий объектив „Верито“ Волленэака



Рис. 2. Портретный мягкоработающий объектив „Буш-Першейд“



Рис. 3. Мягкоработающий объектив „Мутак“ Дальмейера



Universal Heliar

Рис. 4. Портретный объектив Фохтлендера „Гелиар“ с передвижной средней линзой

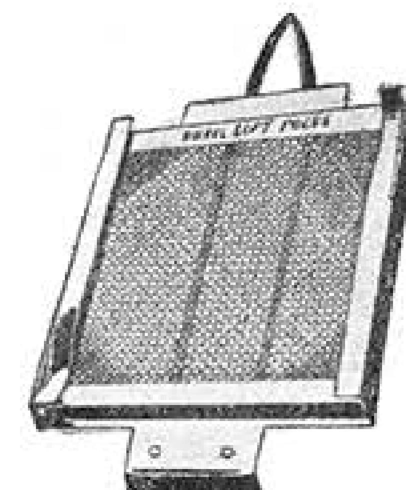


Рис. 5. Дифракционная решетка „Дрем“ для получения совместно с объективом мягкого снимка



Образец работы мягкоработающего портретного объектива Далльмейера (снимок A C. Banfield)



Рис. 1. Характер работы мягкоработающего объектива „Буш-Першейд"



Рис. 2. Характер работы мягкоработающего объектива „Верито" Воллензака

Приложение V





Сравнительный снимок, характеризующий работу универсального „Гелиара“ Фохтлендера со средней передвижной линзой. Левый снимок сделан при нормальной установке средней линзы. Правый — при полном ее перемещении. Оба снимка не подвергались ретуши (фото C. Samhaber'а)

Приложение VI



a *б* *c*

Снимок *a* — сделан Гипаром Герца. Снимок *б* — сделан этим же объективом с моллярной линзой, разработанной автором совместно с кинооператором А. Н. Москвиным. Снимок *c* — сделан этим же объективом с моллярной линзой Герца

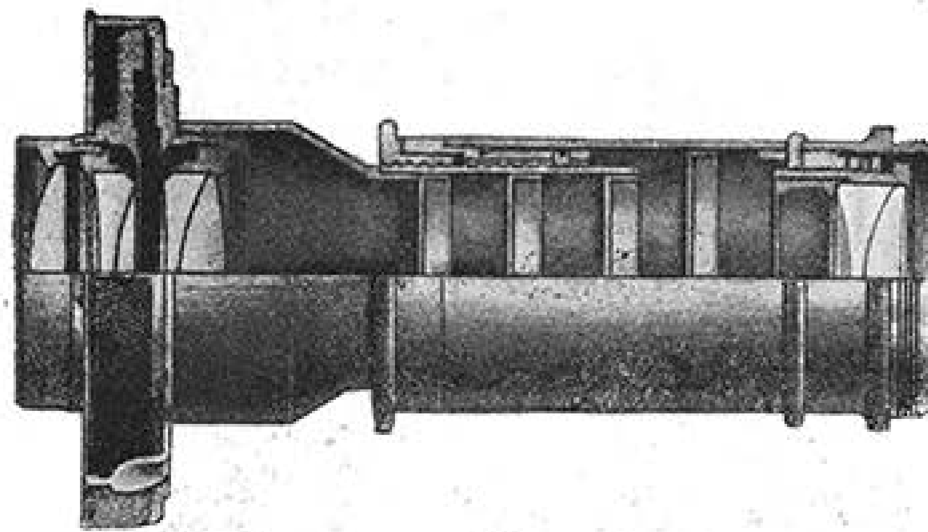


Рис. 1. Телеобъектив с переменным фокусным расстоянием. В качестве позитива взят „Тессар" Цейсса 1:4,5 с F=13, 5 см. Негативом служит рассеивающий ахромат с F=6 см. При растяжении меха в 15 см фок. расстояние его=47 см; при растяжении в 24 см фок. расст.=67, 5 см. Покрываемый размер 9×12 см

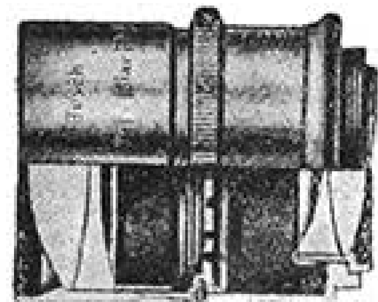


Рис. 2. Бис-Теляр Буша

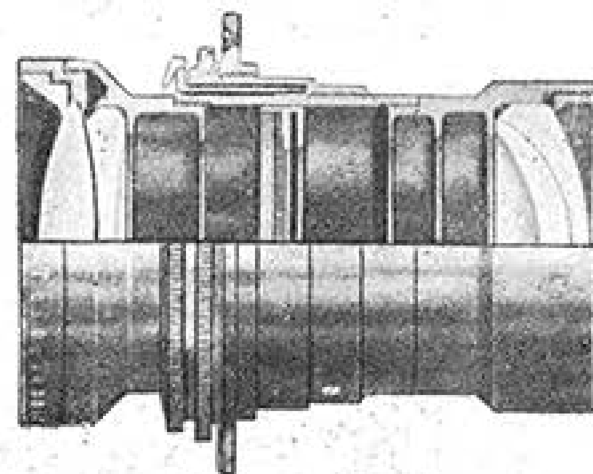


Рис. 3. Теле-Тессар Цейсса

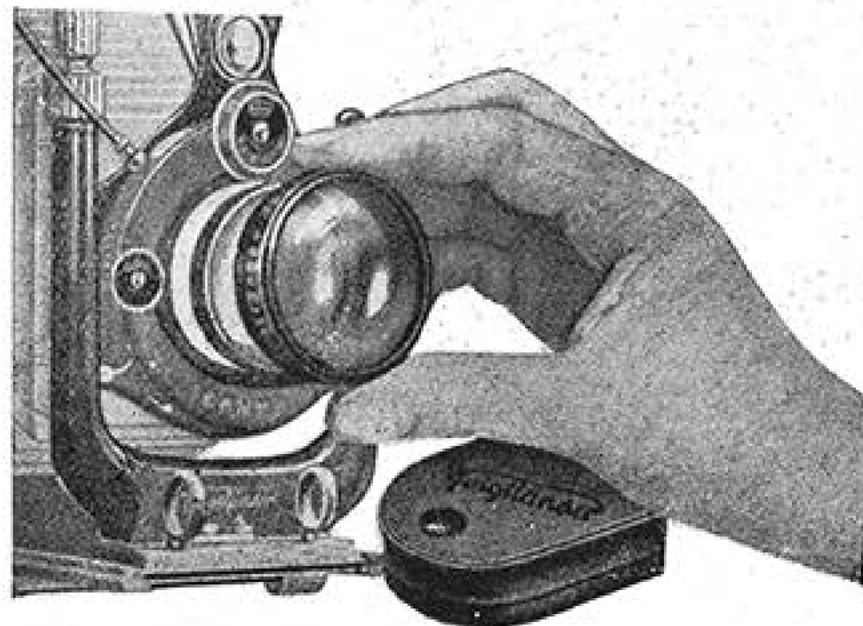


Рис. 4. Рабочий момент надевания на объектив добавочной линзы

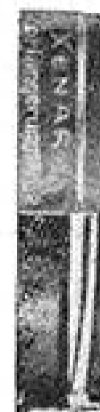


Рис. 5. Разрез добавочной линзы для увеличения фокусного расстояния объектива





Левый снимок сделан на близком расстоянии обыкновенным объективом. Ясно видны перспективные искажения. Правый — с того же расстояния телеобъективом Роденштока „Телепеконар". Снимок нормальный





Верхний снимок сделан обыкновенным анастигматом с F=18 см. Нижний — с того же самого места телеобъективом Даллмейера „Адон"



Снимок сделан объективом анастигматом „Тессар" Цейсса



Снимок сделан с того же места тем же объективом Тессар с применением добавочной линзы Дистар. Работа равносильна телеобъективу



Снимок сделан с того же места тем же объективом Тессар с применением добавочной линзы Проксар. Работа равносильна широкоугольному объективу



Рис. 1. Обдирка линз вручную на станках



Рис. 2. Разбитый тигель с кусками сырого оптического стекла



Рис. 3. Плитки высококачественного оптического стекла перед обработкой

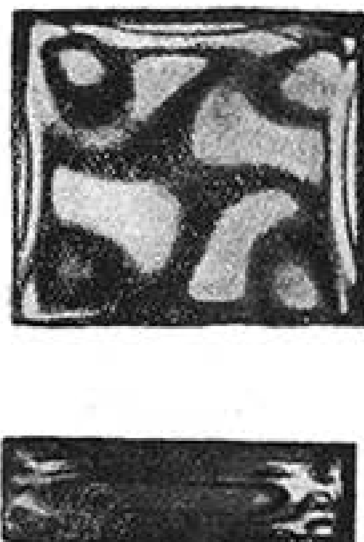


Рис. 4. Натяжения в стекле, видимые в поляризованном свете

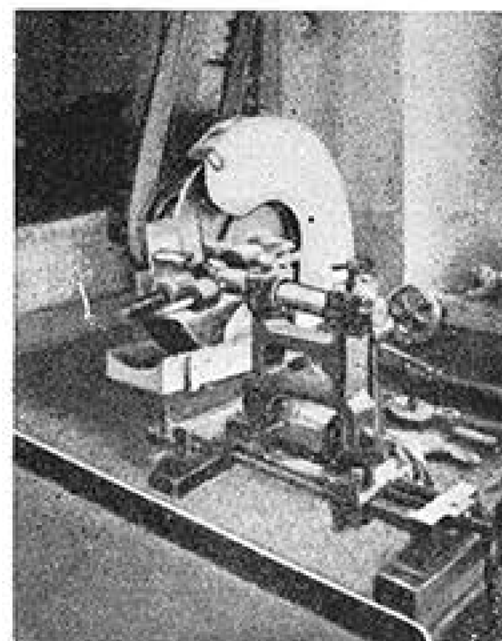


Рис. 1. Круговая алмазная пила для распиловки оптического стекла

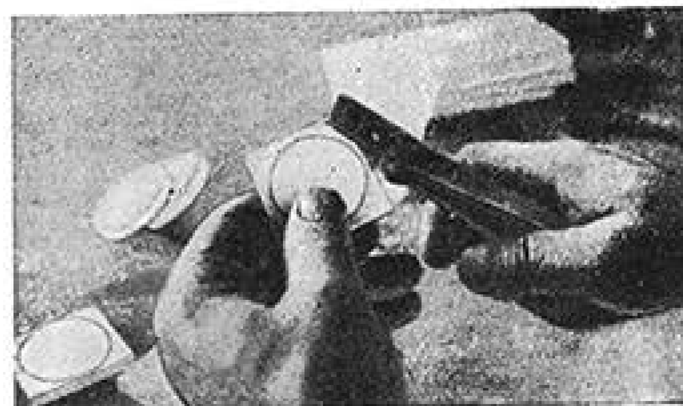


Рис. 2. Общипывание стекла для придания ему круглой формы

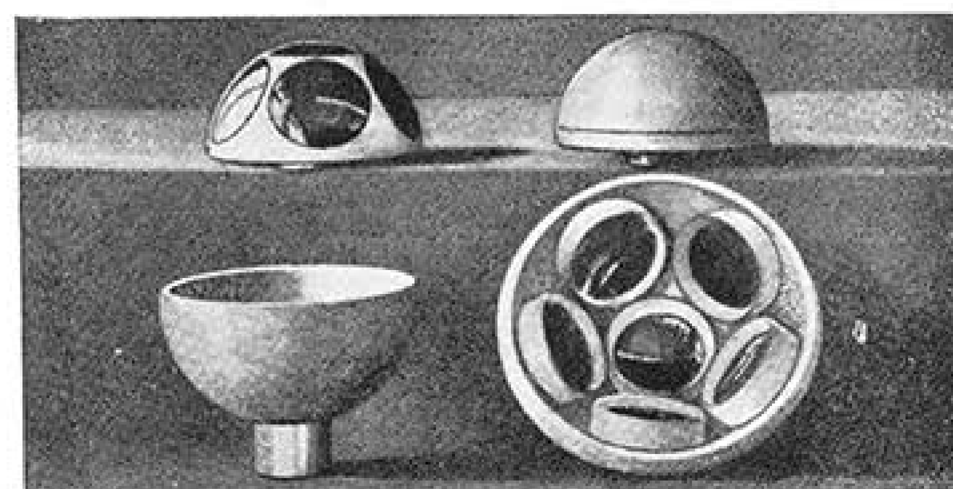


Рис. 3. Грибы и чашки с наклеенными на них линзами

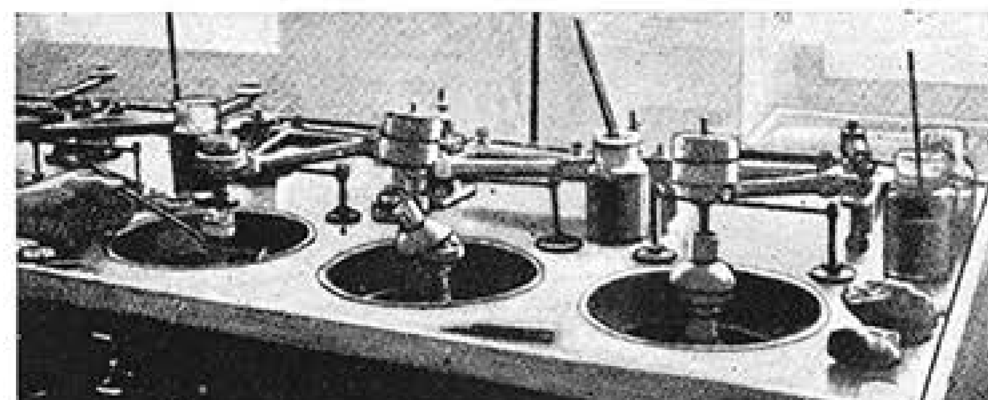


Рис. 4. Один из станков, на которых полируются линзы



Рис. 1. Внешний вид нормальной оправы



Рис. 2. Разрез нормальной оправы

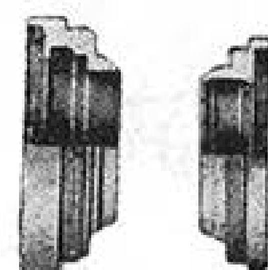


Рис. 3. Оправки для линз

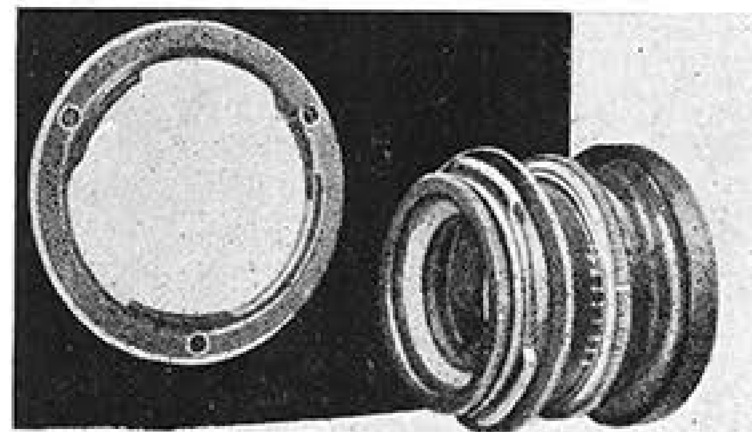


Рис. 4. Штыковая оправа Роденштока



Рис. 5. Углубленная оправа

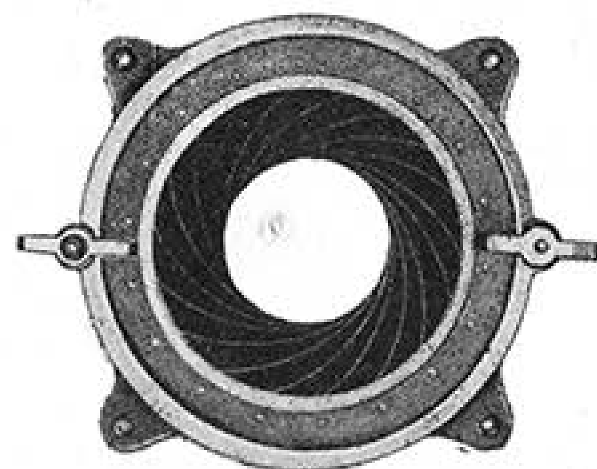


Рис. 6. Объективное кольцо



Рис. 7. Червячная оправа



Рис. 8. Оправа с центральным затвором

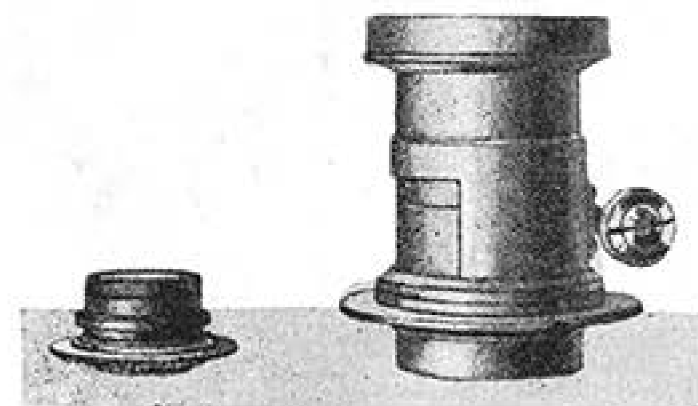


Рис. 9.

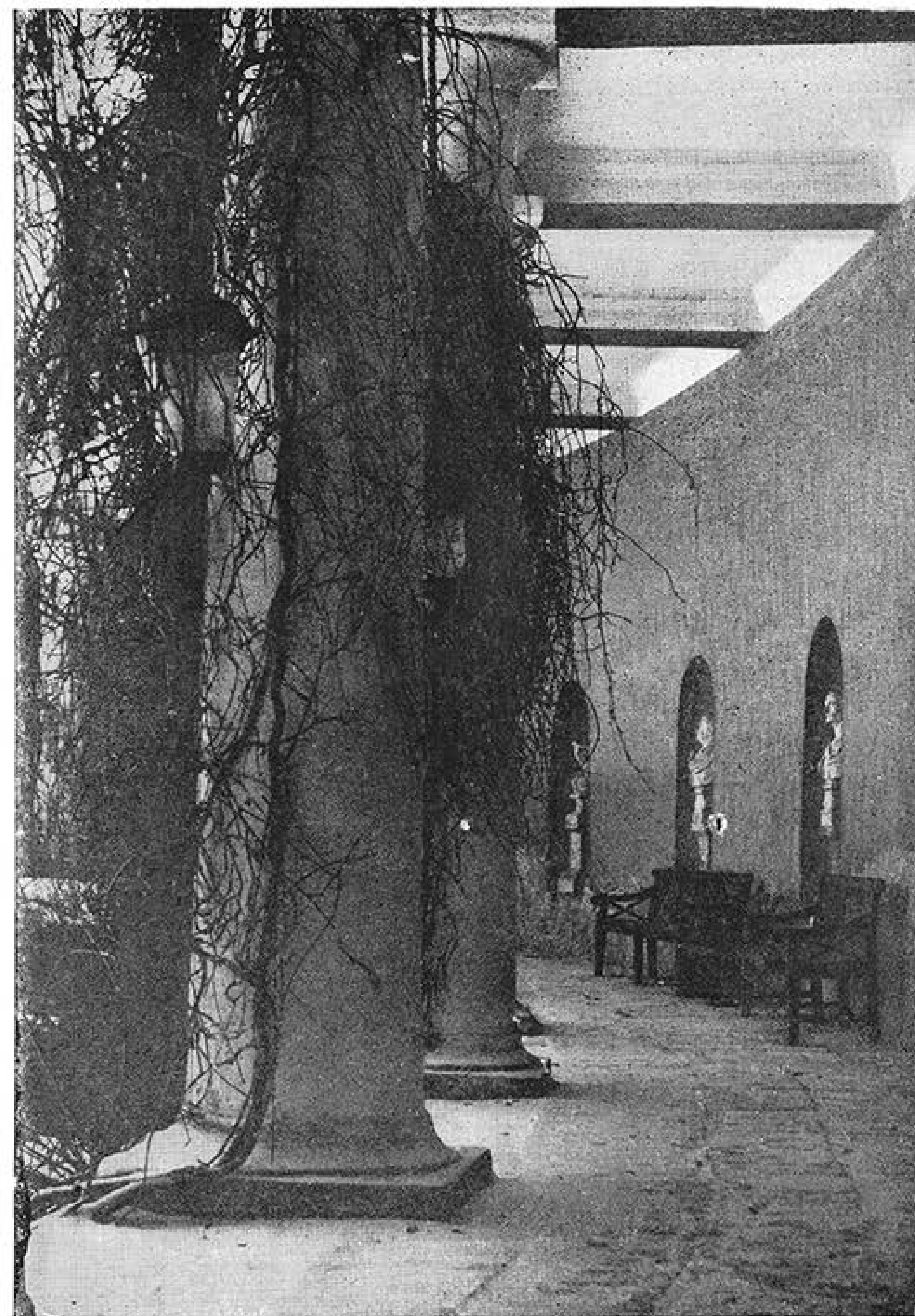


Фото Е. Г. Смирнова

Снято анастигматом „Ортагоз“ ВООМПа с F=13,5 см в январе 12 ч. дня при слабом солнечном освещении. Диафрагма 1:12,5. Экспозиция 1 сек. с 3-х кратным светофильтром, пластинки ФОХТа ортохром. чувств. 170 H&Д.



Фото Е. Г. Смирнова

Снято анастигматом „Индустар" ВОМПАа с F=135 мм в феврале в 2 ч. дня при слабом солнечном освещении. Диафрагма 1 : 12,5. Экспозиция $^1/_5$ сек. на ортохроматических пластинках ФОХТа чувств. 170 H&Д



Фото Е. I. Смирнова

Снято анастигматом „Индустар" ВООМПа с F=135 мм в феврале в 4 ч. дня при очень пасмурном освещении. Диафрагма 1 : 6,3. Экспозиция $^1/_8$ сек. на ортохроматических пластинках ФОХТа чувств. 170 H&Д

ЦЕНА 2 РУБ,

ПЕРЕПЛЕТ 1 РУБ.